



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Vesa Mörsky

Helsingin uimastadionin lastenaltaan laatoitustyö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

1.6.2020

Tekijä Otsikko	Vesa Mörsky Helsingin uimastadionin lastenaltaan laatoitustyö
Sivumäärä Aika	38 sivua + 2 liitettä 1.6.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine	materiaali- ja pinnoitetekniikka
Ohjaajat	lehtori Arto Yli-Pentti toimialajohtaja Jyri Hussa
<p>Insinöörityön tavoitteena oli tuottaa raportti Helsingin uimastadionin lastenaltaan laatoitustyöstä. Työn toimeksiantaja oli VRJ Etelä-Suomi Oy, joka suoritti kohteessa laatoituksen uusimisen.</p> <p>Työssä seurattiin Helsingin uimastadionin lastenaltaan laatoituksen työvaiheiden suunnitelmia ja toteutusta. Siinä käytiin läpi kohteen laadunvarmistusta sekä aikataulun hallintaa. Työvaiheiden seurannan ja suunnitelmien pohjalta pohdittiin lisäksi kehitystoimenpiteitä. Tarkoituksena oli seurata kohteen laatoitustyötä kokonaisuutena. Samalla käsiteltiin ulkotiloissa olevien uima-altaiden materiaaleja ja niiden vauriotyyppejä. Materiaalivalinnan vai- kutusta eri vauriotyyppien ehkäisyyn selvitettiin. Lisäksi tarkasteltiin, mitä vaatimuksia olo- suhteet asettavat materiaaleille.</p> <p>Työssä käytettiin aineistona yrityksen omia ja kohteeseen tehtyjä suunnitelmia sekä raken- nustöiden yleisiä laatuvaatimuksia.</p> <p>Insinöörityön tuloksena tuotettua raporttia voidaan hyödyntää lisämateriaalina yrityksen vastaavissa tulevilla työkohteilla sekä näkökulmana mahdollisissa kehitystoimenpiteissä. Laatoitustyö toteutettiin koronaviruspandemian aikana, minkä vuoksi toimittajan laattatoi- mitukset myöhästyi. Tämä aiheutti viivettä aikatauluun ja siirtää työkohteen valmistu- mista.</p>	
Avainsanat	ulkotilan laatoitustyö, uima-allas, peruskorjaus, pintarakennejär- jestelmä

Author Title	Vesa Mörsky Tiling renovation of Helsinki Swimming Stadium Children`s Pool
Number of Pages Date	38 pages + 2 appendices 1 June 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Bio- and Chemical Engineering
Professional Major	Materials and Surface Engineering
Instructors	Arto Yli-Pentti, Senior Lecturer Jyri Hussa, Executive Vice President
<p>The purpose of this thesis was to make a report on the tiling renovation of the Helsinki Swimming Stadium Children`s Pool. The report was produced for VRJ Etelä-Suomi Oy, which performed the renovation of the tiling in the work site.</p> <p>The main goals of the thesis were to follow the plans and implementation of the tiling renovation process in Helsinki Swimming Stadium Children`s Pool. The thesis reviewed the quality control of the site and schedule management plan. On the basis of monitoring the work phases and the plans, development measures were also considered. The purpose was to monitor the tiling work of the work site as a process. The materials for outdoor swimming pools and types of damage were also examined in the thesis. The effect of the material selection on the prevention of different types of damage was investigated. The requirements that the different types of weather conditions set for the materials were also examined.</p> <p>The company's own and site-specific plans and general quality requirements for the construction work were used as a reference material for this thesis.</p> <p>As a result of this thesis the produced report can be utilized as an additional material in the corresponding future projects and as a perspective on potential development measures. The tiling renovation was performed during the COVID-19 pandemic, which caused a delay in the supplier`s tile deliveries. This delayed the schedule, and it will postpone the completion of the project.</p>	
Keywords	outdoor tiling, swimming pool, renovation, surface structure

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ulkotiloissa olevien uima-altaiden laatoitus	2
2.1	Laatoituspohja	3
2.2	Kiinnitysaineet	5
2.3	Sauma-aineet	6
2.4	Liikuntasaumat	6
2.5	Keraamiset laatat	7
2.6	Yleisimmät vauriotyypit	8
2.6.1	Betonirakenteen vauriot	8
2.6.2	Sääolosuhteista aiheutuvat vauriot	9
2.6.3	Mekaanisesta rasituksesta aiheutuvat vauriot	11
2.6.4	Kemiallisesta rasituksesta aiheutuvat vauriot	11
2.7	Materiaalivalinta	11
2.7.1	Laatoitusmateriaalien soveltuvuus keskenään	12
2.7.2	Talviolosuhteet	13
2.7.3	Korkean käyttöasteen uima-altaat	14
2.7.4	Kemiallinen kestävyys	16
3	Työkohde	16
3.1	Historia	17
3.2	Kohteen tiedot	18
3.3	Aikataulu	19
3.4	Käytettävät tuotteet	20
3.5	Työkohteen materiaalivalinta	22
3.6	Käytettävät suunnitelmat	23
4	Työn toteutus	23
4.1	Laatoitusalue	24
4.1.1	Vanhojen pintamateriaalien purkaminen	24
4.1.2	Laatoitusalueen puhdistus	25
4.1.3	Laatoitusalueen tasointi ja karhennus	25
4.2	Laatoitustyö	26
4.2.1	Sääsuojat ja lämmitys	27

4.2.2	Saumaus	28
4.2.3	Liikuntasaumamat	28
4.3	Laadunvarmistus	29
4.4	Koetulokset	30
4.5	Valvonta	33
4.6	Työn hyväksyttäminen	33
5	Työn seuranta	34
5.1	Havaitut ongelmat	34
5.2	Aikataulun hallinta	35
5.3	Kehitystoimenpiteet	36
6	Yhteenveto	37
	Lähteet	38
	Liitteet	
	Liite 1. Lastenaltaan laadunvalvonta-alue	
	Liite 2. Lastenaltaan laadunvalvonta-alue	

1 Johdanto

Helsingin uimastadionin lastenaltaan laatoitus uusitaan, koska tarkastuksissa on todettu laatoituksen irtoamista eri puolilla allasta. Laattojen irtoaminen voi aiheuttaa turvallisuusriskejä käyttäjille ja vaurioita altaan betonirakenteelle. Laajamittaiset betonirakenteiden vauriokorjaukset ovat kustannuksiltaan kalliimpia kuin pintarakenteiden korjaaminen.

Työn toimeksiantaja VRJ Etelä-Suomi Oy on osa VRJ Group Oy:tä, joka on perustettu 1980-luvulla. Yritys on laajentunut vihertöistä purku- ja maanrakennustöihin sekä infra-rakentamiseen. 2000-luvulla yritys aloitti urakoinnin pääkaupunkiseudulla. Nykyisin yritys on laajentunut useimpiin Suomen kasvukeskuksiin. Yrityksen toimipisteet ovat VRJ Pohjois-Suomi Oy, VRJ Etelä-Suomi Oy ja VRJ Länsi-Suomi Oy. VRJ Etelä-Suomi Oy työllisti 220 henkilöä ja sen liikevaihto oli 71 miljoonaa euroa vuonna 2019. VRJ Etelä-Suomi Oy tekee erilaisia viher- ja ympäristö, silta- ja betonirakentamista sekä toimitila- ja linjasaneerauksia. [1.]

Työn tavoitteena on tuottaa raportti VRJ Etelä-Suomi Oy:lle Helsingin uimastadionin lastenaltaan laatoitustyön eri vaiheista. VRJ Etelä-Suomi Oy on saneeraus- ja uudiskoh-teissaan tehnyt erilaisia kylpyhuonelaatoituksia. Yritys ei ole ennen tehnyt yhtä vaativaa ulkotilassa olevan uima-altaan laatoitustyötä. Raportissa keskitytään kohteessa käytettäviin tuotteisiin ja suunnitelmiin sekä kohteen aikatauluun. Lisäksi siinä seurataan kohteen eri työvaiheita ja niihin liittyvää laadunvarmistusta. Työssä kirjataan myös mahdollisia kohteen ongelmia ja vaikeuksia. Tavoitteena on huomioida niiden vaikutusta kohteen aikatauluun. Työhön kuuluu myös mahdollisten kehitystoimenpiteiden pohdinta.

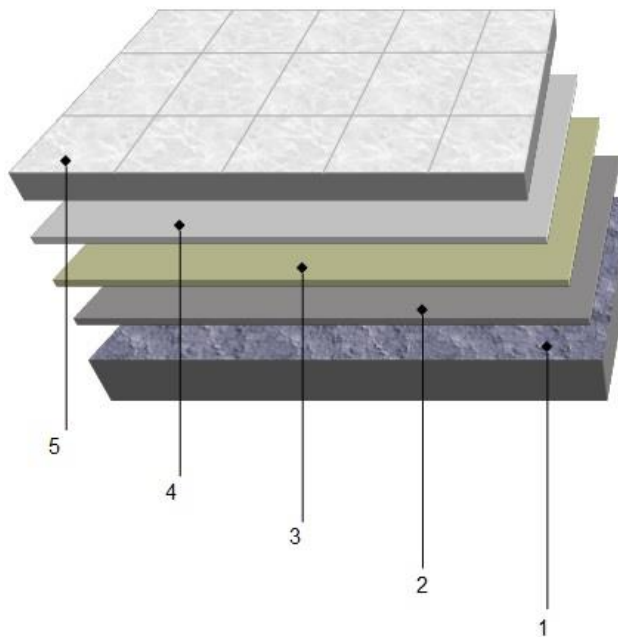
Työn teoriaosuudessa tarkastellaan ulkotilojen uima-altaissa käytettäviä materiaaleja ja vauriotyyppejä. Samalla selvitetään myös, miten vauriotyyppejä on mahdollista ehkäistä oikeilla materiaalivalinnoilla.

Työssä perehdytään erilaisiin uima-altaita ja laatoituksia koskeviin Rakennustiedon RT-kortteihin, työmaadokumentteihin, rakennustöiden yleisiin laatuvaatimuksiin, Sisä-RYL2013-kirjaan, ja eri laattavalmistajien tuote-esitteisiin sekä työohjeisiin.

2 Ulkotiloissa olevien uima-altaiden laatoitus

Laatoitettuja uima-altaita suositetaan laattojen siistin ulkoasun, tiiviyn, sileän tunteen, helpon puhdistettavuuden sekä niiden erinomaisen kestävyys takia. Oikein asennettuna laatat vaativat vähän huoltoa suhteessa muihin alustoihin ja niiden uusimisväli on pitkä.

Ulkotiloissa olevat uima-altaat altistuvat erilaisille rasituksille kuin sisätilojen uima-altaat. Tämä voi aiheuttaa niissä erilaisia vaurioita, jotka johtuvat sääolosuhteista ja niiden vaihtelusta, ja joita ei ilmene sisätiloissa. Tämän takia ulkotilojen uima-altaiden materiaalinvalintojen onnistumisen tärkeys korostuu. Oikeilla materiaalinvalinnoilla pystytään vaikuttamaan huomattavasti laatoituksen käyttöikänsä. Varsinainen laatoitustyö ja sen vaiheet ovat samankaltaisia niin sisä- kuin ulkoalustoissa. Kuvassa 1 on esitetty laatoitetussa betonialtaassa käytettävä pintarakennearjestelmä.



Kuva 1. Laatoitetun betonialtaan pintarakennearjestelmä. 1. Betonialusta. 2. Tarvittaessa oikaisu- ja tasoitekerros. 3. Tarvittaessa vedeneristys. 4. Kiinnitysaine. 5. Keraamiset laatat ja saumasaine.

2.1 Laatoituspohja

Laatoitetuissa betonirakenteisissa uima-altaissa laatoituspohjana on betonivalu, jonka lujuusluokka on C35/45. Lujuusluokka C35/45 tarkoittaa valetusta koekappaleesta, 150 mm:n standardilieriöstä, puristamalla määritettyä 35-45 MPa:n puristuslujuutta. [2.] Uima-altaan betonirakenteen vetolujuuden on oltava vähintään 1,5 N/mm² [3].

Betonin F-luku kuvaa pakkasenrasituksen vastustuskykyä. Se määrittyy betonin vesi-sementtisuhteen ja ilmamäärän mukaan. Betonityypit jaetaan XF-lukunsa perusteella luokkiin XF1–XF4 pakkasenrasituksen vastustuskyvyn mukaan, joista XF4-luokka kestää suurinta vedellä kyllästämistä sekä lisättäviä jäänsulatusaineita. Ulkotiloissa olevan uima-altaan betonin on oltava pakkasenkestävää, mikäli se altistuu talviolosuhteiden aiheuttamalle jäätymiselle ja sulamiselle. Pakkasenkestävä betoni valmistetaan lisäämällä betoniin lisäainetta, joka mahdollistaa pienten ilmakuplien muodostumisen betonin rakenteeseen. Niiden jäätyessä vesi pääsee laajenemaan betonin huokosiin, jolloin haitallista mikrohalkeilua ei tapahdu betonin rakenteessa. [4.]

Uima-altaan betonirakenteita rasittaa klorideja sisältävä allasvesi. Kloridien aiheuttamaa korroosiota ehkäistään uima-altaissa käyttämällä rasitusluokkien XD1–XD3 betoneita. XD3-rasitusluokan betoni kestää rankimmat olosuhteet, jossa betonirakenne altistuu kosteuden vaihtelulle ja klorideille. Uima-altaassa käytettävän betonin on oltava vähintään luokkaa XD2 kloridipitoisen allasveden vuoksi ja hitaan rakenteen kuivumisen takia. [4.]

Valetun uima-altaan allasrakenteen liikkumattomuuden varmistamiseksi sen on annettava lujittua ja kutistua 4–6 kuukautta ennen altaan pinnoitustöitä. Betonirakenteiden käyttöikävaatimus on vähintään 50 vuotta. Betonirakenteiden käyttöiän lisääminen onnistuu valitsemalla mahdollisimman oikeat rasitusluokat ja välttämällä ylimitoitusta. Ylimitoitus voi vahvistaa jotain ominaisuutta heikentämällä samanaikaisesti jotain toista ominaisuutta, esimerkiksi liian paksu betonirakenne voi ehkäistä kloridien kulkeutumista, mutta lisätä rakenteen halkeiluherkkyyttä. Peruskorjauksen tarve uima-altaassa tulee kuitenkin yleensä vastaan noin 20 vuoden kuluttua, jolloin uima-altaan pintarakenteet uusitaan. [5.]

Uima-altaan rakenteiden on oltava vesitiiviit. Rakenteiden vesitiiviys saavutetaan asentamalla vedeneriste ennen laatoitusta. Vedeneristystapa valitaan kosteusteknisten riskinarvioinnin mukaan. Jos alustaan syntyy halkeamia ja muita muodonmuutoksia, valitulla vedeneristysmateriaalilla on oltava riittävä halkeamien silloituskyky. [5.]

Vedeneristys voidaan tehdä keraamisen laatan alle levittämällä joko nestemäisenä tai massana. Vedeneristys voidaan tehdä myös pintavedeneristysenä, jossa vesitiivis keraaminen laatta, sauma- ja kiinnitysaine ehkäisevät veden pääsyn uima-altaan rakenteeseen. Vedeneristystä ei ole pakko tehdä rakenteen pinnalle, jos betoni ei läpäise vettä ja sen ainesosien sekä kiviaineksen kemiallinen käyttäytyminen tunnetaan tarkasti. [5.]

Betonin vedenpitävyyteen ei voi luottaa, jos betonirakenteessa on ilmentynyt halkeilua, vaikka halkeamat olisi korjattu. Tällöin betonirakenteeseen olisi hyvä lisätä vedeneristys, jotta vesitiiviys varmistetaan. [6.]

Betoninen laatoitusalue puhdistetaan ennen laatoitustyötä tartuntaa heikentävistä ja laattapintoihin sekä saumoihin värjäytymistä aiheuttavista materiaaleista. Tartuntaa heikentäviä materiaaleja ovat esimerkiksi vanhat vesieristykset, betonipintojen sementti-liima, vesiliukoiset sekä valkuaispitoiset aineet. Betonirakenteen tulee olla yhtenäinen ja siinä ei saa olla halkeamia.

Laatoitusalue voidaan tasoittaa ennen laatoitustyötä korjaus- tai tartuntalaastilla alustan tasaisuuspoikkeamien vähentämiseksi, jotta alustan muoto, suunta ja kaltevuus ovat pintalaatoituksen mukaiset [7]. Standardin EN 1504-3 mukaisesti tasoitetyössä käytettävät laastit jaotellaan luokkiin R1–R4. Ne soveltuvat joko rakenteelliseen- tai ei rakenteelliseen korjaukseen. Jos uima-altaaseen joudutaan tekemään oikaisu tai tasoitekerros, on käytettävien tuotteiden kuuluttava luokkaan R3 tai R4. Nämä laastit soveltuvat rakenteellisiin korjauksiin. Rakenteellisiin korjauksiin soveltuvia laasteja käytetään, sillä ne soveltuvat lujuusominaisuuksiensa puolesta päällysteeksi betonialustan päälle.

Ennen laatoitusta laatoitusalue on karhennettava alustan ja kiinnitysaineen tartunnan lisäämiseksi. Tartuntavetolujuusvaatimus betonirakenteen korjauksen ja paikkauksen jälkeen on 1,5 N/mm² Silko-ohjeiden mukaan.

2.2 Kiinnitysaineet

Uima-altaissa käytettävät kiinnitysaineet jaotellaan sideainetyypin mukaisesti standardin SFS-EN 12004 mukaan. Kiinnitysaineet voidaan jaotella tämän jälkeen niiden lisäominaisuuksien mukaan. Taulukossa 1 on esitetty standardin mukainen kiinnitysaineiden jaottelu. Uima-altaiden keraamisten laattojen kiinnityksessä käytetään joko sementtipohjaisia kiinnityslaasteja tai reaktiohartsipohjaisia kiinnitysaineita, esimerkiksi epoksiliimaa. Käytettävä kiinnitysaine valitaan laatoitettavaan kohteeseen kohdistuvien rasitusten ja laatoitusolosuhteiden mukaisesti.

Uima-altaiden laatoituksessa on tärkeää saada hyvä tartunta laattojen ja kiinnitysaineen välillä. Kiinnitysaine levitetään alustaan laastikamman avulla ja laatta painetaan kiinni siihen. Tämän jälkeen kiinnitysaineen annetaan kuivua. Laatat voidaan asentaa tartunnan lisäämiseksi tarvittaessa kaksoiskiinnitysmenetelmällä, jossa kiinnitysainetta levitetään niin alustaan kuin laattojen taustaan. Kiinnitysaineen kiinnipitävyyden varmistamiseksi sen muodonmuutoskyvyn on ylitettävä betonin oletettu kutistuma alustan päällystyksen jälkeen. [7].

Taulukko 1. Kiinnitysaineiden luokittelu [8]

Tyyppi	Selite	Luokka	Ominaisuus
C	Sementtipohjainen kiinnityslaasti	C1	Normaali kiinnittyvyys
		C2	Parannettu kiinnittyvyys
		F	Nopea lujuuden kehitys
		T	Valumattomuus
		E	Pidennetty avo aika
		S1	Muodonmuutoskyky taipumalla 2,5...5 mm
		S2	Muodonmuutoskyky taipumalla > 5 mm
R	Reaktiohartsipohjainen kiinnitysaine	R1	Normaali kiinnittyvyys
		R2	Parannettu kiinnittyvyys
		T	Valumattomuus

2.3 Sauma-aineet

Uima-altaissa käytettävät saumausaineet voidaan jaotella sideaineen mukaisesti standardin SFS-EN 13888 mukaan. Saumausaineet voidaan luokitella edelleen niiden lisäominaisuuksien mukaan. Taulukossa 2 on kuvattu saumausaineiden standardin mukainen jaottelu. Uima-altaiden keraamisten laattojen saumausaineina käytetään joko sementti- tai reaktiohartsipohjaisia saumausaineita. Laattojen saumojen tehtävänä on tasottaa laattojen väleihin jäävät raot, mikä tekee laatoituspinnasta yhtenäisen.

Yhtenäinen laatoituspinta vaatii tiiviit saumarakenteet, jotta allasvesi ja epäpuhtaudet eivät keräänny huokoisten saumojen läpi betonirakenteeseen. Yhtenäiseltä ja tiiviiltä laatoituspinnalta on helppo puhdistaa kertyneet epäpuhtaudet. [9.]

Saumaustyö tehdään laattojen kiinnityksen jälkeen. Laattojen kiinnitysaineen on oltava täysin kuivunut, jotta saumaustyö onnistuisi. Kovettuneen saumausaineen tulee kestää laatoituksen pintaan kohdistuva mekaaninen, kemiallinen sekä termien rasitus. [9.]

Taulukko 2. Saumausaineiden luokittelu [10]

Tyyppi	Selite	Luokka	Ominaisuus
CG	Sementtipohjainen saumausaine	1	Normaali saumauslaasti
		2	Parannettu saumauslaasti
		W	Pienennetty vedenimukyky
		A	Korkeampi kulutuksenkesto
RG	Reaktiohartsipohjainen saumausaine	RG	Normaali kiinnittyvyys

2.4 Liikuntasaumat

Uima-allas on itsenäinen rakenne ja se erotetaan muusta rakenteesta liikuntasaumoin [7]. Rakenteen liikuntasaumojen tehtävänä on ehkäistä betonirakenteen halkeilua [5]. Rakenteellista liikuntasaumaa ei saa ylittää laatoituksella, vaan liikuntasaumot on tuotava betonikuoresta keraamisilla laatoilla päällystettyyn pintaan asti.

Laatoituspinnassa on oltava myös laatoituksen liikuntasauvoja, jotka saumataan elastisella saumausmassalla. Liikuntasauvoissa käytettävien saumausmassojen on täytettävä homeenesto-ominaisuudet EN ISO 846 -standardin mukaisesti. [3.] Laatoituksen liikuntasauvoilla jaetaan laatoitus osiin, jotta ehkäistään haitallisen liikerasituksen vaikutusta pintarakennejärjestelmään. Ulkotiloissa laatoitus jaetaan noin 10 m²:n kokoisiin alueisiin. [11.] Elastisia liikuntasauvoja käytetään myös altaan pohjan ja seinien välissä saumoissa sekä läpivienneissä, esimerkiksi altaan täyttövesiputkien ja pohjakaivojen kiinnityskohtien ympärillä sekä allaskaiteiden kiinnityskohdissa.

2.5 Keraamiset laatat

Keraamisten laattojen yleisimpiä valmistuksessa käytettäviä raaka-aineita ovat savi, kvartsi ja maasälpä. Laatoille saadaan erilaisia ominaisuuksia vaihtamalla raaka-aineita, seossuhteita tai polttotapaa. Uima-altaissa käytettävillä keraamisilla laatoilla on kaksi pääryhmää, kuiva- ja märkäpuristetut laatat. Kuivapuristetut laatat ovat kuivasta jauheesta suokappaleen läpi puristettuja keraamisia laattoja. Märkäpuristetut laatat ovat vastaavasti plastisesta massasta puristettuja keraamisia laattoja. [13.]

Uima-altaissa käytettävät keraamiset laatat jaetaan valmistusmenetelmän ja vedenimukyvyn mukaisesti standardin SFS-EN 14411 mukaan ryhmiin. Jaottelu on kuvattu taulukossa 3. Uima-altaiden keraamisten laattojen vedenimukyvyn on oltava alhainen, korkeintaan 3 massaprosenttia, jotta vettä ei keräänny laattoihin tai muihin rakenneseisiin. Keraamisten laattojen vedenimukykyyn vaikuttaa laattojen tiiviys. Huokoisten laattojen vedenimukyky on isompi kuin tiiviiden laattojen.

Uima-altaiden keraamiset laatat ovat materiaalina kestäviä ja helposti hoidettavia. Keraamiset laatat kestävät hyvin kemikaaleja, esimerkiksi happoja, alkaleja sekä liuotainaineita. Laattojen ominaisuudet vaihtelevat tiiviiden, pinnan karheuden sekä koon ja pakkestävyyden mukaan. [14.]

Uima-altaissa käytettävien laattojen pinnoissa ei saa olla näkyviä virheitä, säröjä, väri- virheitä, rakkuloita, koloja tai lohkeamia. Ne voivat heikentää laattojen ominaisuuksia tai ulkonäköä. [7.]

Taulukko 3. Ulkotilojen uima-altaisiin soveltuvien keraamisten laattojen luokittelu [12, muokattu]

Ryhmä	Valmistusmenetelmä	Vedenimukyky $E_b \leq 3 \%$
Aia	Märkäpuristus	$E_b \leq 0,5 \%$
Alb		$0,5 \% \leq E_b \leq 3 \%$
Bia	Kuivapuristus	$E_b \leq 0,5 \%$
Bib		$0,5 \% \leq E_b \leq 3 \%$

2.6 Yleisimmät vauriotyypit

Ulkotilan uima-altaiden vauriot aiheutuvat materiaaleihin kohdistuvista rasituksista. Vaurioihin johtavat rasitukset voivat olla kertaluonteisia tai toistuvia.

Rasitukset voivat vaikuttaa pintarakennejärjestelmän eri osiin ja aiheuttaa niihin vaurioita. Pintarakennejärjestelmän paikalliset vauriot heijastuvat koko pintarakennejärjestelmään. Rasitukset voidaan jaotella sääolosuhteiden aiheuttamiin-, mekaanisiin sekä kemiallisiin rasituksiin.

2.6.1 Betonirakenteen vauriot

Betonirakenteeseen kohdistuva kosteusrasitus aiheuttaa lähes kaikki betonin merkittävimmät vaurioitumistavat. Betoniin kohdistuu kosteusrasitusta, jos uima-altaan betonirakenne tai pintarakennejärjestelmä ei ole vesitiivis. [15.]

Betonirakenteen vaurioiden seurauksena syntyvät betonirakenteiden halkeamat heikentävät pinnoitteiden ja päällysteiden tartuntaa, toimivat vaurioreitteinä betonin laajamittaiselle rapautumiselle ja vaikuttavat rakenteiden säilyvyyteen ja pitkäaikaiskestävyyteen. Haitallisimpia halkeamia ovat yli 0,2 mm:n halkeamat, jotka ulottuvat raudoituksiin asti. Kosteusrasituksen pääsy yli 0,2 mm:n halkeamiin aiheuttaa betonin raudoitteiden korroosiota. [6.]

Uima-altaiden klooripitoinen vesi ja korkea lämpötila voivat aiheuttaa kloridien kulkeutumista betonirakenteeseen. Betonin huokoisuus sekä rakenteessa olevat mikro- ja makrotason halkeamat altistavat rakenteen veden kapillaariselle tunkeutumalle. [16.]

Tämän seurauksena voi syntyä alkalikiviainesreaktio, jossa sementissä olevat alkali-ionit reagoivat kivilajien tiettyjen mineraalien kanssa. Reaktion tuotteena betonin huokosverkostossa syntyy alkaligeeliä, jolla on taipumus imeä ympäristöstään vettä ja paisua. Betonirakenteessa voi tällöin aiheutua sisäisiä jännityksiä ja halkeilua. [17.]

Betonirakenne kutistuu kuivuessaan. Betonin kutistuminen jaetaan varhaiseen ja pitkäaikaiseen kutistumiseen. Varhaista kutistumaa ilmenee ennen betonin sitoutumista ja pitkäaikaista kutistumista jopa vuosien jälkeen betonin sitoutumisesta. Kutistumisen esityessä betoniin syntyy vetojännityksiä. Betonirakenteessa esiintyy halkeilua, kun betoniin kohdistuva vetojännitys ylittää betonin vetolujuuden. Useimmat betonit halkeavat, kun niihin aiheutuu nopeasti 0,1-0,2 mm/m venymä. Betonirakenteen kokonaiskutistuma on noin 0,4-0,8 mm/m. [6.]

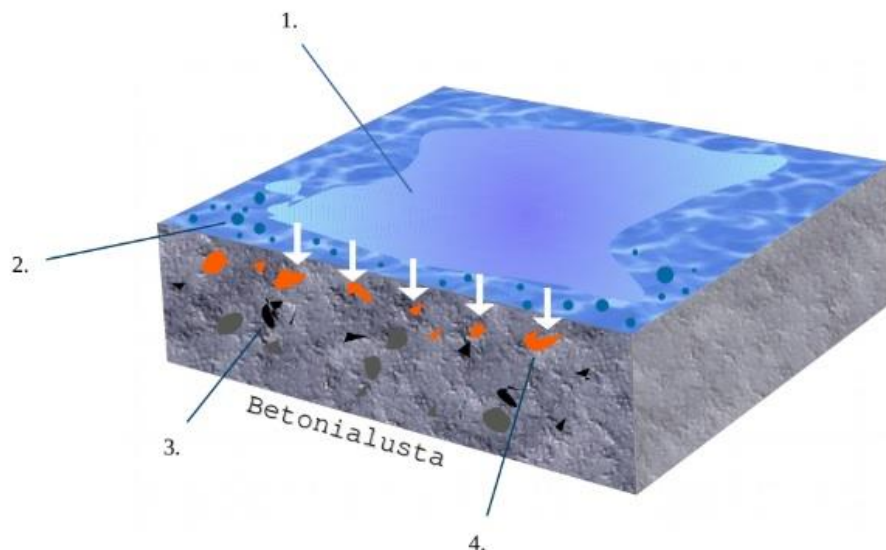
2.6.2 Sääolosuhteista aiheutuvat vauriot

Ulkotiloissa olevat uima-altaat tyhjennetään talviajaksi vedestä. Altaassa voidaan käyttää myös allassuojaa. Jos allasta ei suojata, laatoitus altistuu suoraan ympäristön aiheuttamille rasituksille kuten esimerkiksi tuulen mekaaniselle rasitukselle, pakkasrapautumiselle sekä säätilan vaihtelusta johtuvalle lämpörasitukselle. Talviaikana suojatun altaan siivous on myös helpompaa talven jälkeen kuin suojaamattoman altaan.

Uima-altaiden rakenteen pakkasrapautuminen tapahtuu toistuvan jäätymisen ja sulamisen seurauksena, kun vettä pääsee betonin huokosverkostoon. Betonin pakkasrapautumisen periaate on esitetty kuvassa 2. Vesi päätyy betonin rakenteisiin kapillaarisesti tunkeutumalla liian huokoisen rakenteen tai rakenteen liitoskohtien sekä mikro- ja makrotason halkeamien kautta. [18.] Betonirakenne pyrkii tasaantumaan samaan suhteelliseen kosteuteen ympäristön kanssa. Rakenteen kuivuminen tapahtuu haihtumiskuivumisena. Kuivuminen on hidasta talvella, koska se tapahtuu rakenteen sisäosien ja ympäristön kosteuspitoisuuserojen tasaantumisen vaikutuksesta. [15.] Huokosverkostoon päätenyt vesi jäätyy pakkasen takia.

Jos betonin huokosverkosto on jäätymistilanteessa täysin veden kyllästämä, huokosissa olevan veden jäätyessä tapahtuva noin 10 %:n laajeneminen voi rikkoa betonin rakennetta ja aiheuttaa halkeilua. [19.] Rikkoutuneeseen betonirakenteeseen voi imeytyä vettä, kun betonin huokosissa oleva jäätynyt vesi sulaa. Tämän seurauksena seuraavan jäätymisen vaikutus voi olla suurempi rakenteeseen, mikä aiheuttaa toistuvana tapahtumana betonirakenteen rapautumista. [18.] Pintarakennejärjestelmän pakkasrapautuminen on samankaltaista kuin betonirakenteessa, jos pintarakenteen materiaalit ovat huokoisia. Vesi kertyy pintalaatoituksen alle eikä ehdi kuivua ennen talvikautta. Toistuva jäätymislaajeneminen voi heikentää kiinnitysaineen tartuntaa, jonka seurauksena voi irrota laattoja.

Ulkoaltaissa vaihtelevat sääolosuhteet aiheuttavat lämpörasitusta pintarakennejärjestelmälle sekä betonirakenteelle. Lämpötilan muutokset aiheuttavat betonirakenteeseen lämpöliikkeitä. Lämpötilan aleneminen aiheuttaa kutistumisliikettä ja lämpötilan nousu laatan laajenemista. Jos betonirakenteen liikkeet eivät pääse tapahtumaan hallitusti, rakenteeseen syntyy pakkovoimia, jotka aiheuttavat halkeilua. Lämpölaajenemisesta johtuvat laajenemiset ja kutistumat voivat aiheuttaa myös jännityksiä pintarakennejärjestelmän osissa. Tämä voi johtaa kiinnitysaineen tartunnan heikkenemiseen, jos sen muodonmuutoskyky ei ole riittävä suhteessa laatoituspinnan ja betonialustan muodonmuutoksiin. [13.]



Kuva 2. Betonin pakkasrapautumisen periaate. 1.Lumi ja jää sulavat. 2.Sulanut vesi imeytyy kapillaarisesti betonin huokosverkostoon. 3.Huokosverkosto. 4. Vesi jäätyy huokosissa ja laajenee 10 %, aiheuttaen rasitusta ja mahdollista betonin pinnan rikkoutumista ja halkeilua

2.6.3 Mekaanisesta rasituksesta aiheutuvat vauriot

Uima-altaan laatoituspintaan kohdistuu käytöstä aiheutuvaa haitallista liikerasitusta. Sitä voivat olla erilaiset hankaukset, kuormitukset ja iskut. Liikerasituksen on päästävä purkautumaan hallitusti, jotta laatoitukseen ei kohdistu pakkovoimia. Mikäli mekaaniset rasitukset ylittävät laatan lujuusarvon, laattaan saattaa tulla lohkeamia tai säröjä.

Laatat naarmuuntuvat hankauksen seurauksena, jos valitun laattatyypin pinta ei ole tarpeeksi kova. [13.] Veden virtauksen aiheuttama hankaus kuluttaa laatoituksen saumoja, jotka ovat laatoituspinnan heikoin kohta. Syväksi kulunut sauma kerää epäpuhtauksia ja aiheuttaa veden kertymistä pintarakennejärjestelmään. Tämä voi johtaa muiden vaurio-tyyppien syntymiseen uima-altaan rakenteissa. [5.]

2.6.4 Kemiallisesta rasituksesta aiheutuvat vauriot

Uima-altaiden laatoitus altistuu kemialliselle rasitukselle. Laattojen, laatoituksen saumojen ja liikuntasaumojen on kestävä tätä rasitusta. LSI-indeksi, Langelier Saturation Index, määrittää veden kyvyn liuottaa kalkkia. Uima-altaan veden kovuus tai sen kalkkipitoisuus voi rapauttaa sementtipohjaisia saumauslaasteja, jos veden LSI-indeksi on lähellä nollaa. Tällöin veden nopeat lämpötila- ja pH-muutokset voivat vaurioittaa sauma-aineita. [20.] Uima-altaan happopohjaisten allaskemikaalien, altaan kalkkitasapainon ja altaan veden pH-arvon on oltava tasapainossa, jotta saumausaineiden liukenemista ei tapahdu [3]. Uima-altaiden voimakkaat puhdistusaineet ja hankaavat siivousvälineet kuluttavat myös osaltaan laatoituspintaa ja saumarakenteita. [5.] Heikentynyt laatoituspinta voi altistaa pintarakennejärjestelmän muille vauriotyypeille.

2.7 Materiaalivalinta

Seuraavissa luvuissa käsitellään eri olosuhteisiin parhaiten soveltuvia laatoitusmateriaaleja. Ulkotiloissa olevien uima-altaiden pintarakennejärjestelmän materiaaleja valitessa on kiinnitettävä huomiota altaan käyttöasteeseen, sääolosuhteiden aiheuttamiin rasituksiin ja kustannuksiin. Kalliita erikoismateriaaleja ei kannata käyttää kohteissa, joihin ei kohdistu normaalista poikkeavaa mekaanista-, kemiallista tai sääolosuhteiden aiheuttamaa rasitusta.

Tärkein materiaalinvalintaan vaikuttava seikka on uima-altaan altistuminen talviolosuhteille. Sen aiheuttama jäätymisestä ja sulamisesta aiheutuva rasitus pintarakennejärjestelmälle rajaa huokoisemmat ja heikomman tartuntavetolujuuden omaavat sementtipohjaiset kiinnitys- ja saumauslaastit pois, mikäli tähdätään 20 vuoden pintarakennejärjestelmän elinkaareen.

Sementtipohjaisten kiinnityslaastien työstettävyys ja muodonmuutoskyky on parempi kuin epoksipohjaisilla kiinnityksaineilla. Tämä voi olla etuna esimerkiksi vedeneristyskerroksessa. Joustavilla vedeneristysmateriaaleilla saadaan silloitettua alustan aiheuttamia halkeamia ja muodonmuutoksia [5]. Elastiset kiinnityksaineet parantavat laatoituksen kestävyyttä muodonmuutoksien aiheuttamia rasituksia vastaan. Erityisesti polymeerimodifioituilla sementtipohjaisilla kiinnityksaineilla saadaan aikaan hyvä joustavuus ja muodonmuutoskyky.

Epoksipohjaiset tuotteet ovat taas lujuusominaisuuksiltaan ja kemikaalinkestoltaan huomattavasti sementtipohjaisia tuotteita laadukkaampia. Kiinnitys- ja saumausaineiden sekä keraamisten laattojen ominaisuuksien vertailu on helpointa tuotekohtaisten SFS-laatustandardien perusteella. Niiden avulla saadaan kokonaiskuva, mikä tuote soveltuu parhaiten vaadittuihin olosuhteisiin.

2.7.1 Laatoitusmateriaalien soveltuvuus keskenään

Laatoitustyöhön käytettävien pintarakennejärjestelmien rakennekerrosten on oltava yhteensopivia keskenään. Yhteensopivuus varmistetaan käyttämällä samaa tuoteperhettä, eli saman valmistajan tuotteita. Tämä korostuu, kun kerrospaksuus kasvaa ja pintarakennejärjestelmän kerroksia tulee lisää. Eri valmistajien tuotteita voidaan käyttää samassa pintarakennejärjestelmässä, jos ne on todettu soveltuvaksi keskenään valmistajien toimesta.

Laastin ja tasoitteen lujuus- ja tartuntaominaisuuksien on oltava sellaiset, että laasti sopii oikaistavalle alustalle, tasoitukselle sekä päälle tulevalle pintakäsittelylle. Kiinnityksaineen tulee täyttää vähintään sama tartuntavetolujuusvaatimus kuin betonirakenteen korjaus tai paikkauskerroksen, 1,5 N/mm² Silko-ohjeiden mukaan.

Pintarakennejärjestelmässä kiinnitys- ja saumausaineella on oltava samankaltaiset ominaisuudet ja niiden on toimittava samoissa olosuhteissa yhtenäisesti. Laastien ja kiinnitysaineiden sisältämät aineet eivät saa myöskään aiheuttaa haitallisia muutoksia muihin pintarakennejärjestelmän osiin, laattoihin tai saumoihin. [7.] Tämä varmistetaan käyttämällä tuotteita, joissa on sama sideaine, esimerkiksi epoksiliimaa ja epoksisauhausainetta.

Epoksipohjaiset tuotteet soveltuvat käytettäväksi myös sementtipohjaisten aineiden, esimerkiksi tasoitekerroksen tai laatoituspinnan alle tulevan sementtipohjaisen ja kuituvahvistetun akryylipolymeerejä sisältävän vedeneristeen kanssa.

Uima-altaassa käytettävät erikoislaatat, esimerkiksi loiskevesikourulaatat, on kiinnitettävä ja saumattava tuotteilla, joiden sideaineena käytetään epoksia. Sementtipohjaiset kiinnityslaastit eivät tarjoa riittävää tartuntaa paksujen erikoislaattojen ja alustan välille. Epoksipohjaiset kiinnitys- ja saumausaineet eivät sovellu kaikille laattatyypeille, esimerkiksi todella huokoisille keraamisille laatoille.

2.7.2 Talviolosuhteet

Talviolosuhteissa betonirakenteen on oltava pakkasenkestävä. Betonirakenteen on täytettävä luokka XF1 tai XF3, joiden betonit kestävät toistuvan jäätymisen ja sulamisen aiheuttaman rasituksen. Vaakarakenteissa on käytettävä luokan XF3 betonia ja pystyrakenteissa luokan XF1 betonia, koska vaakarakenteissa pakkasrasitus on kovempaa. [4.]

Pakkasenkestävillä pintarakennejärjestelmän materiaaleilla vedenimukyky on alhainen, jotta vettä ei kertyisi rakenteiden huokosiin aiheuttamaan toistuvan jäätymisen ja sulamisen seurauksena pakkasrapautumista. Taulukossa 4 on vertailtu saumausaineiden vedenimukykyä standardin SFS-EN 13888 pohjalta. Taulukossa 5 on vertailtu vastavasti keraamisten laattojen vedenimukykyä standardin SFS-EN 14411 mukaisesti.

Taulukko 4. Saumausaineiden vedenimukyyn vertailu [10, muokattu]

Luokka	Selite	Vedenimukyky (240 min jälkeen)	Testimenetelmä
CG1	Normaali saumauslaasti	≤ 10 g	EN 12808-5
CGW	Pienennetty vedenimukyky	≤ 5 g	EN 12808-5
RG	Reaktiohartsipohjainen saumausaine	$\leq 0,1$ g	EN 12808-5

Taulukko 5. Keraamisten laattojen vedenimukyyn vertailu [12, muokattu]

Ryhmä	Selite	Vedenimukyky Eb	Testimenetelmä
Aia	Märkäpuristettu laatta	$Eb \leq 0,5$ %	EN ISO 10545-3
Bia	Kuivapuristettu laatta	$Eb \leq 0,5$ %	EN ISO 10545-3

Talviolosuhteisiin altistuvalla uima-altaalle on valittava reaktiohartsipohjaiset kiinnitys- ja saumausaineet. Erityisesti epoksipohjaisten tuotteiden vedenimukyky on pieni. Kiinnitysaineen on oltava joko luokkaa R1 tai R2 ja saumausaineen luokkaa RG.

Ryhmän Ala ja Bla keraamiset laatat kestävät talviolosuhteet. Ryhmän Bla täysin sint-raantuneet laatat ovat tiiviimpiä kuin ryhmän Ala klinkkerilaatat, joten ne soveltuvat paremmin talviolosuhteiden aiheuttamiin rasituksiin.

Talviolosuhteille altistuvaan uima-altaaseen on tehtävä vedeneristys pakkasrapautumisen estämiseksi, sillä kastunut betonirakenne ei ehdi kuivumaan talven aikana. Se tehdään joko pintavedeneristysenä tai laatan alle erillisellä joustavalla sementtipohjaisella tai epoksipohjaisella vedeneristeellä. Pintavedeneristyksessä epoksisaumausaine ja epoksiliima toimivat vedeneristeinä. [20.]

2.7.3 Korkean käyttöasteen uima-altaat

Korkean käyttöasteen uima-altaan laatoituspintaan kohdistuu hankauksia, iskuja ja erilaisia kuormituksia. Liikuntasaumoilla saadaan ehkäistä mekaanisen rasituksen aiheuttamaa haitallista liikerasitusta laatoituspintaan. Taulukossa 6 on verrattu eri kiinnityseluokkien tartuntavetolujuuden vaatimusta standardin SFS-EN 12004 pohjalta.

Taulukko 6. Kiinnitysaineiden tartuntavetolujuuden vertailu [8, muokattu]

Luokka	Selite	Tartuntavetolujuus	Testimenetelmä
C1	Sementtipohjainen kiinnityslaasti	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	EN 1348, 8.2
C2	Parannettu kiinnittyvyys	$\geq 1 \text{ N/mm}^2$	EN 1348, 8.2
R1	Reaktiohartsipohjainen kiinnitysaine	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	EN 12003, 7.3
R2	Parannettu kiinnittyvyys (lämpöshokin jälkeen)	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	EN 12003, 7.5

Laatat tulisi kiinnittää kaksoiskiinnitysmenetelmällä, jotta varmistetaan laattojen tartunnan onnistuminen. Paras tartunta laattoihin saavutetaan R2-luokkaan kuuluvalla epoksiliimalla.

Korkean käyttöasteen uima-altaissa veden virtauksen aiheuttama kulutus laatoituspin-
nalle on myös suurempaa. Uima-altaaseen päätyy ulkotiloissa hiekkaa ja muita epäpuh-
tauksia, jotka aiheuttavat hankausta laatoituspintaan. Tuuli kuluttaa saumoja ja laattoja
erityisesti talvella, jos uima-allasta ei suojata talveksi. Taulukossa 7 on tarkasteltu sa-
manaikaisesti keraamisten laattaryhmien ja saumausaineluokkien kulutuksenkestoa. Ne
muodostavat yhdessä uima-altaan laatoituspinnan, johon kohdistuu kuormitusta ja han-
kausta. Kulutuksenkestoa on vertailtu standardien SFS-EN 14411 ja SFS-EN 12004 mu-
kaisesti.

Taulukko 7. Saumausaineiden kulutuksenkeston vertailu [8, muokattu] ja keraamisten laattojen
kulutuksenkeston vertailu [12, muokattu]

Luokka	Selite	Kulutuksenkesto	Testimenetelmä
CG	Sementtipohjainen saumauslaasti	$\leq 2000 \text{ mm}^3$	EN 12808-2
CGA	Parannettu kulutuksenkesto	$\leq 1000 \text{ mm}^3$	EN 12808-2
RG	Reaktiohartsipohjainen kiinnitysaine	$\leq 250 \text{ mm}^3$	EN 12808-2
Ryhmä			
Aia	Märkäpuristettu laatta, $E_b \leq 0,5 \%$	$\leq 275 \text{ mm}^3$	EN ISO 10545-6
Bia	Kuivapuristettu laatta, $E_b \leq 0,5 \%$	$\leq 175 \text{ mm}^3$	EN ISO 10545-6

Luokan RG saumausaineilla ja ryhmän Bia täysin sintraantuneilla porcellanato-laatoilla
saavutetaan paras kulutuksenkesto pintarakennejärjestelmään. Ne kestävät myös hyvin
iskuja ja kuormituksia hyvien murto- ja taivutuslujuusarvojen vuoksi.

2.7.4 Kemiallinen kestävyys

Altaan betonirakenteen altistuminen klorideille ehkäistään käyttämällä tiivistä betonia, joka täyttää rasisluokan XD1, XD2 tai XD3. Kloridien kertyminen betoniin aiheuttaa alkalikiviainesreaktiota betonirakenteessa.

Pintarakennejärjestelmän sauma- ja kiinnitysaineissa, joissa käytetään epoksia sideaineena, on hyvä kemikaalinkesto. Ne kestävät uima-altaan puhdistuksessa käytettäviä kemikaaleja, allaskemikaaleja ja altaan veden pH-arvon mahdollista vaihtelua paremmin kuin sementtipohjaiset aineet. Tiiviiden laattojen kemikaalinkesto on parempaa kuin huokoisten laattojen. Ryhmän B1a täysin sintraantuneet porcellanato-laatat kestävät parhaiten laatoituspintaan kohdistuvaa kemikaalirasisitusta.

Jos veden kovuuden LSI-indeksi ylittää 2dH°, voidaan käyttää sementtipohjaisia saumauslaasteja. Lähellä nollaa olevilla ja negatiivisilla arvoilla on käytettävä epoksi-saumausaineita, muuten sementtipohjaiset aineet liukenevat. [20.]

3 Työkohte

Helsingin uimastadion sijaitsee osoitteessa Hammarskjöldintie 5, 00250 Helsinki. Kyseinen uimastadion on maauimala, jossa on 50 metrin pituinen allas, hyppyallas, lastenallas sekä kahluuallas. Uimastadion kuuluu Helsingin olympiarakennusten ryhmässä Museo-viraston inventoimaan ”Valtakunnallisesti merkittävät kulttuuriympäristöt (RKY 2009)” sekä DOCOMOMO-luettelo, eli kansalliseen modernismin arkkitehtuurin merkkikohteiden luettelo. [21.] Laatoitustyön kohteena on Helsingin uimastadionin lastenallas. Kuvassa 3 näkyy Helsingin uimastadion altaat.



Kuva 3. Helsingin uimastadion [22]

3.1 Historia

Helsingin uimastadionin rakennustyöt aloitettiin vuonna 1938. Sen suunnittelijana toimi arkkitehti Jorma Järvi. Uimastadionin rakennustyöt keskeytyivät sotien ajaksi. Stadion valmistui vuonna 1952 ja se toimi kilpa-areenana Helsingin vuoden 1952 olympialaisissa. [23.]

Helsingin uimastadionin ensimmäinen kaikkia altaita koskeva peruskorjaus alkoi syksyllä 1993 ja valmistui kokonaisuudessaan kesällä 1996. Vuosien 2000–2010 aikana Helsingin uimastadionin jokaisessa altaassa on tehty paikallisia korjauksia.

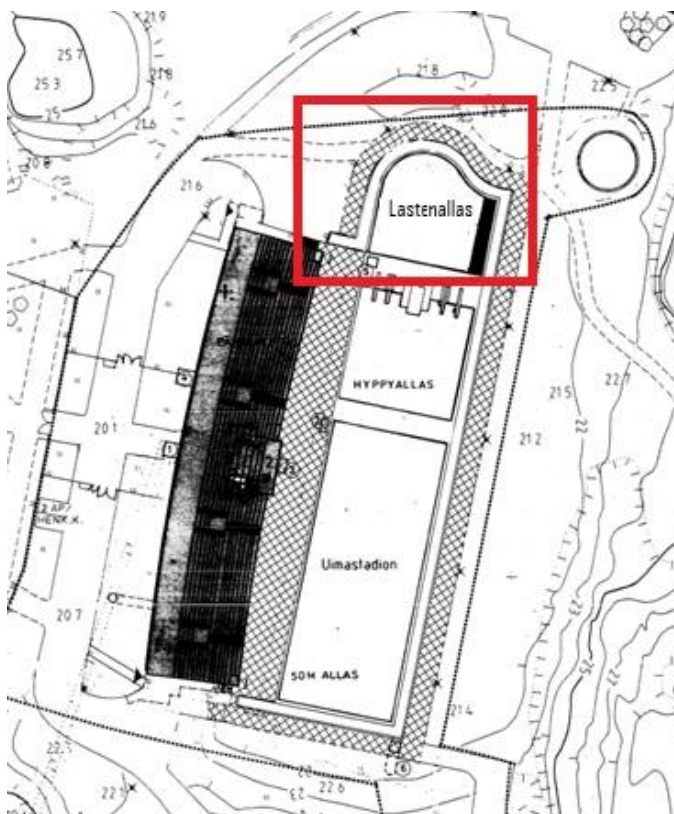
Vuonna 2014 aloitettiin lastenaltaan osittaiset kunnostustyöt. Hyppyallas ja hyppytorni peruskorjattiin talvella 2016. Vuoden päästä, talvella 2017, uimastadionin iso allas korjattiin kauttaaltaan. Altaiden ympäristön liuskekiveykset kunnostettiin talvella 2018.

3.2 Kohteen tiedot

Työkohde, Helsingin uimastadionin lastenallas, on eritelty kuvaan 4. Sen ympärille kuuluu laatoitettu jalkojenhuuhtelukoulu, jossa on hiekanerotuskaivo. Lastenaltaan ulko-reuna on myös pintalaatoitettu ja siinä on RST-kaiteet. Altaan seinien yläosassa kiertää allasta kauttaaltaan loiskevesikoulu. Kouruun kerääntyy altaan ylivuotovesi. Se poistuu kourun poistosuuttimen kautta. Lastenallas jaotellaan seinä- ja pohjalaatoitusalueisiin.

Uimastadionin altaat altistuvat kovalle mekaaniselle rasitukselle. Parhaimmillaan Helsingin uimastadionilla on päivittäin n. 3500 käyttäjää. Keskimäärin uimastadionin kauden aikana sitä käyttää 200-300 000 ihmistä. [24.]

Helsingin uimastadionin lastenaltaan laatoituksen kokonaisvaltaiseen peruskorjaukseen päädyttiin laatoituksen kuntotarkastuksen seurauksena. Siinä ilmeni, että vanhaa laatoitusta oli irti 30–40 % laatoituspinta-alasta.



Kuva 4. Laatoitettava kohde, Helsingin uimastadionin lastenallas

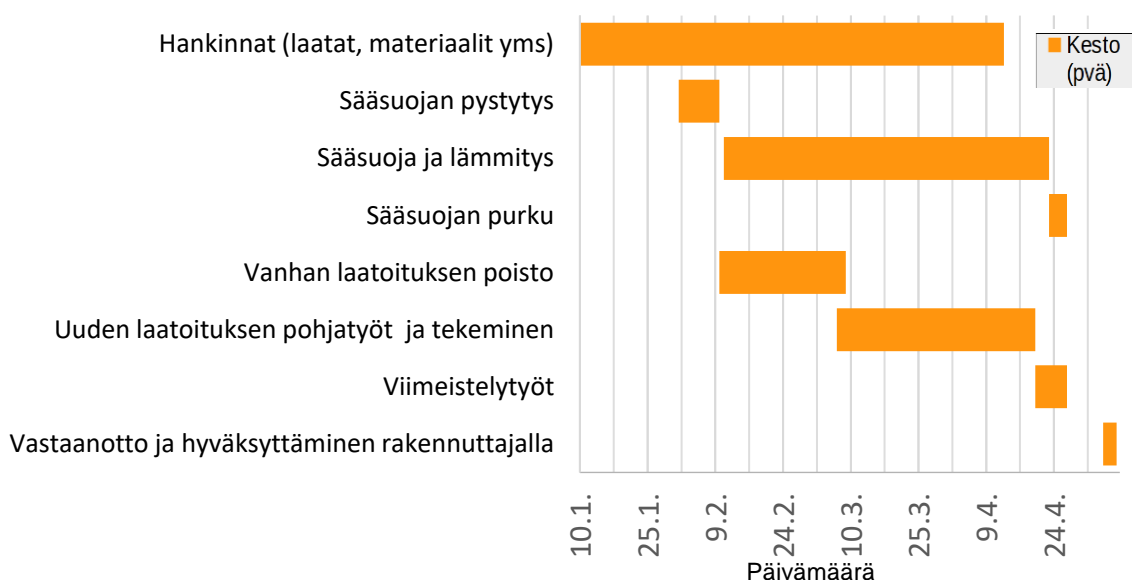
Lastenltaan syvyys syvimmästä kohdasta mitattuna on 1,45 metriä. Lastenltaan pohjalaatoituksen pinta-ala on noin 300 m². Kahlualtaan pohjan ja altaan portaiden laatoituspinta-ala on noin 150 m². Seinälaatoituksen laatoituspinta-ala on noin 120 m².

3.3 Aikataulu

Työt kohteessa alkoivat 10.1.2020. Kohteen on oltava valmis 8.5.2020. Kohteen hankinnat tehdään pääsääntöisesti ennen työvaiheiden aloittamista, mutta niitä tehdään myös täydentävästi laatoitustyön aikana. Eri työvaiheita voidaan tehdä myös päällekkäin, esimerkiksi vanhaa laatoitusta voidaan purkaa altaan toisesta reunasta ja uuden laatoituksen pohjatyötä voidaan tehdä samanaikaisesti toisella puolella allasta. Taulukossa 8 on kuvattu kohteen työvaiheet aikatauluineen.

Taulukko 8. Kohteen työt, niiden aloitus- ja lopetuspäivä sekä kohteen töiden ajoitus

Työ	Aloituspäivä	Lopetuspäivä	Kesto (pvä)
Hankinnat (laatat, materiaalit yms)	10.1.2020	10.3.2020	94
Sääsuojan pystytys	1.2.2020	10.2.2020	9
Sääsuoja ja lämmitys	11.2.2020	23.4.2020	72
Sääsuojan purku	23.4.2020	27.4.2020	4
Vanhan laatoituksen poisto	10.2.2020	9.3.2020	28
Uuden laatoituksen pohjatyöt ja tekeminen	7.3.2020	20.4.2020	44
Viimeistelytyöt	20.4.2020	27.4.2020	7
Vastaanotto ja hyväksyttäminen rakennuttajalla	5.5.2020	8.5.2020	3



3.4 Käytettävät tuotteet

Taulukossa 9 on lueteltu Helsingin uimastadionin lastenaltaan laatoitustyössä käytettävät tuotteet ja niiden käyttökohteet. Taulukossa on myös eritelty, mihin luokkaan kukin tuote kuuluu tuotekohtaisen SFS-laatustandardin perusteella. Taulukossa 10 on esitelty kohteen laatoitukseen käytettävät laattatyypit ja vastaavasti niiden luokat standardin SFS-EN 14411 perusteella.

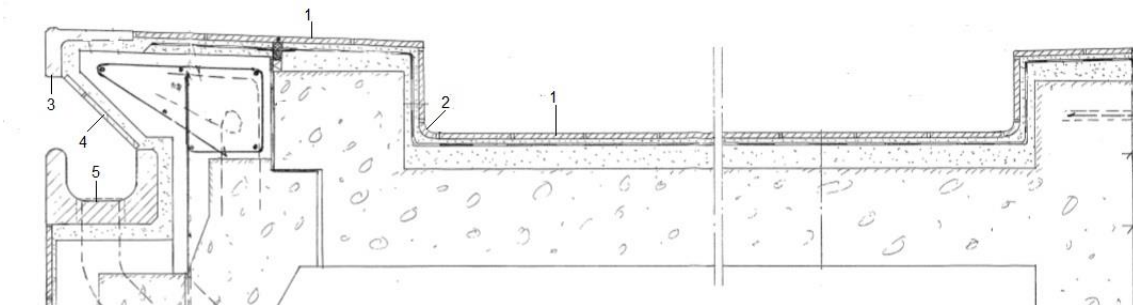
Taulukko 9. Työkohteessa käytettävät tuotteet

Kohde	Tuotteen nimi	Selite	Luokka
Pohjan tasoitus	Fescon Korrobetoni K45	Pakkasenkestävä kuivabetoni	C45
Seinien tasoitus	Pagel MS02	Tartuntalaasti	
Seinien tasoitus	Pagel MS20	Kuituvahvistettu tasoituslaasti	R4
Halkeamat	Mapapoxy BI-IMP	Injektointiepoksi	
Liikuntasäule	Köster FS	Saumatiiviste	
Liikuntasäule	Köster FS Primer 2C	Pohjusteaine	
Liikuntasäule	Köster KB-Pox	Epoksipohjainen liima	
Liikuntasäule	Ardex SP 2	Pohjuste	
Liikuntasäule	Ardex ST	Silikonipohjainen saumausaine	
Kiinnitysaine	Ardex WA	Epoksiliima	R2T
Saumausaine	Ardex RG12	Epoksisaumausaine	RG

Taulukko 10. Työkohteessa käytettävät laattatyypit

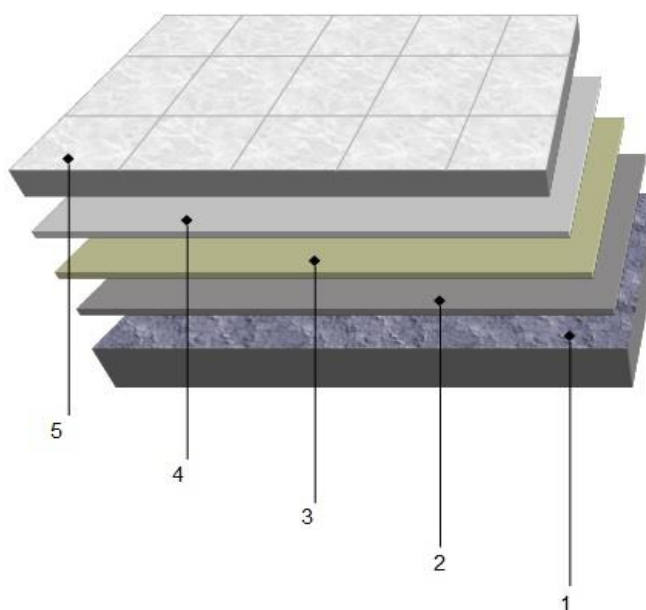
Kohde	Tuotteen nimi	Koko (mm)	Väri	Luokka
Pohjalaatta	Oumi Naturale	150 x 150	Valkoinen	Bla
Seinälaatta	Oumi	150 x 150	Vaaleansininen	Bla
Porraslaatta	Pukkila Natura Neliö	146 x 146	Valkoinen	Bla, C, R11
Sisäholkkalista	Canelette	40 x 200	Valkoinen	
Ulkoholkkalista	Antracit	40 x 200	Valkoinen	
Kahluuallas	Pukkila Natura Neliö	146 x 146	Valkoinen	Bla, C, R11
Sisäholkkalista	Canelette	40 x 200	Valkoinen	
Loiskevesikouru	Oumi	150 x 150	Vaaleansininen	Bla
Loiskevesikouru	Overflow Channel	240 x 215 x 140	Vaaleansininen	
Askelkulmalista	Edging Tile	100 x 180 x 20	Valkoinen	

Kohteessa käytettävät sisä- ja ulkolehkalistat, loiskevesikourulaatat sekä askelkulmalistat ovat muodoltaan erikoislaattoja. Ne asennetaan kuvan 5 leikkauskuvan mukaisesti. Kohteessa käytettävien erikoislaattojen on oltava ominaisuuksiltaan vastaavanlaisia kuin muut kohteen laatat.



Kuva 5. Kalluualtaan ja loiskevesikourun leikkausdetalji. 1. Pukkila Natura valkoinen Neliö -laatta. 2. Sisäkulmalista Canalette, valkoinen. 3. Edging Tile, valkoinen. 4. Oumi, vaaleansininen. 5. Overflow Channel, vaaleansininen

Kuvassa 6 on eritelty työkohteen pintarakennejärjestelmän osat ja niihin käytettävät tuotteet.



Kuva 6. Kohteen pintarakennejärjestelmä. 1. Betonialusta. 2. Pohjassa Fescon Korrobetoni K45-, seinässä Pagel MS20-tasoite. 3. Epoksisäumausaine ja epoksiliima muodostavat yhdessä vedeneristyksen. 4. Ardex WA -epoksiliima. 5. Oumi Naturale -laatta ja Ardex RG12 -epoksisäumausaine

3.5 Työkohteen materiaalivalinta

Kohteen rakennuttaja määrittelee käytettävät materiaalit. Lastenaltaan laatoituksessa käytetään samoja laattoja, kiinnitys- ja saumausaineita sekä tasoituslaasteja kuin uimastadionin ison altaan sekä hyppyaltaan laatoituksen korjauksessa vuosina 2016–2017 käytettiin. Aikaisempien korjaustöiden ja remonttien yhteydessä on todettu kokemuksesta, että niissä käytetyt tuotteet soveltuvat parhaiten Helsingin uimastadionin vaativiin olosuhteisiin.

Laatoituksen tulee kestää kohteessa kovaa mekaanista rasitusta, sillä uimastadionin uima-altaita käyttää yli 200 000 ihmistä aukiolokauden aikana. Uimastadionin altaita ei suojata talveksi, joten valittujen materiaalien tulee kestää pakkasta ja muita ympäristön aiheuttamia rasituksia. Laatoituksen ja saumojen on kestävä myös puhdistuksessa käytettäviä kemikaaleja sekä uima-altaan kemikaalirasitusta vahingoittumatta.

Altaan pintarakennejärjestelmään on valittu alhaisen vedenimukyvyn omaavat tuotteet. Pintarakennejärjestelmän alhainen vedenimukyky ehkäisee pakkasrapautumista ja muita rakenteeseen pääsevästä kosteudesta johtuvia vaurioita, jotka heikentävät laatoituksen elinkaarta. Ardex RG12 -saumausaine kuuluu luokkaan RG. Saumausaineluokkien vedenimukyvyn vaatimusten vertailua standardin SFS-EN 13888 mukaan on tehty taulukossa 4. Yhdessä Oumi Naturale -keraamisen laatan kanssa, jonka vedenimukyky on 0,04 massaprosenttia ja Ardex WA -epoksiliiman kanssa, ne muodostavat kohteeseen uima-altaan pintavedeneristyksen.

Kahluualtaan pohjaan ja portaisiin on valittu Pukkilan Natura Neliö -laatta, koska se kuuluu liukastumisenestoluokkaan C. C-luokan laatat ovat erittäin karheita ja niiden liukastumisenesto on vähintään 24°:n kulmassa DIN 51097 -standardin mukaisesti. Luokan R11 laatan kaltevuuden on oltava myös yli 19° ja enintään 27°. [25.] Vedenimukyvyltään ja lujuusominaisuuksiltaan Pukkilan Natura Neliö -laatta on vastaavanlainen kuin altaan pohjan ja seinien laatoitukseen käytettävä Oumi Naturale -keraaminen laatta.

Ardex WA -epoksiliimakiinnityksellä saavutetaan valmistajan tuotetietojen mukaisesti vähintään 2,5 N/mm² (kuiva- /märkävarastointi > 2,5 N/mm²) tartunta 28 vuorokauden kuluessa laatoituksesta. Kiinnitysaineen suuri tartuntalujuus ehkäisee laattojen irtoamista haitallisten kuormitusten tai liikerasituksen seurauksena.

Ardex RG12 -epoksisauausaine ja Oumi Naturale -keraaminen laatta luovat altaaseen tiiviin laatoituspinnan, joka kestää kulutusta. Eri ryhmien ja luokkien laatoituspinnan kulutuksenkeston vaatimuksia on vertailtu taulukossa 7. Luokan RG saumausaineen ja ryhmän Bla -laatan kulutuksenkesto parantavat pintavedeneristysten kestävyyttä ja ehkäisevät täten pintarakennejärjestelmään kohdistuvia vaurioita.

3.6 Käytettävät suunnitelmat

Rakennuttajan nimeämä suunnittelija tekee rakennussuunnitelman, jonka ohjeiden mukaan työt toteutetaan ja valvotaan. Rakennesuunnittelija laatii piirustukset, selitykset ja ohjeet, joita voidaan täydentää työn aikana. Kohteen korjaustyösuunnitelma on osa rakennesuunnitelmaa. Siihen on eritelty rakennustyössä noudatettavat asiakirjat, altaan purkutyöt, laatoituksen pohjatyöt, laatoitus ja jälkihoito.

Kohteen rakentamisessa seurataan rakentamista koskevia lakeja, asetuksia, valtioneuvoston ja ministeriön päätöksiä ja määräyksiä, viranomaisten ohjeita sekä rakennustöiden yleisiä laatumääräyksiä (RunkoRYL, MaaRYL, SisäRYL).

4 Työn toteutus

Tässä luvussa käsitellään, miten työkohteen laatoitustyövaiheet suoritetaan. Lähteinä on käytetty pääasiallisesti työkohteen korjaus- ja rakennesuunnitelmaa sekä yrityksen omia suunnitelmia. Kuvassa 7 näkyy vanha lastenaltaan laatoitus ennen purkamista. Työkohteen laatoitustyön korjauksen aikainen sääsuoja on jo pystytetty kuvassa.



Kuva 7. Helsingin uimastadionin lastenallas ennen vanhan laatoituksen purkamista.

4.1 Laatoitusalue

Laatoitusalueena on Helsingin uimastadionin lastenaltaan alkuperäinen vesitiivis betonivalu. Aikaisemmissa korjaustöissä purkutyö on ulottunut alkuperäiseen betonipintaan asti.

Laatoituksen epoksiliimakiinnitys ja epoksimassasaumaus muodostavat yhdessä betonialustan vedeneristeen, joka estää allasveden kertymisen rakenteisiin. Käytetyillä epoksiliimalla ja -saumausmassalla on molemmilla alhainen vedenimukyky.

4.1.1 Vanhojen pintamateriaalien purkaminen

Kohteesta puretaan vanha laatoitus aluslaasteineen betonipintaan asti. Myös vanhat laatoituksen liikuntasauvat puretaan. Kaikki purkutyöt on tehtävä niin, ettei altaan pysyviin rakenteisiin synny vaurioita. Altaan kaikki säilytettävät pinnat suojataan niihin parhaiten soveltuvien menetelmin.

Ennen laatoituksen purkamista on tulovesiputkien ritilät sekä uima-altaan RST-kaiteet poistettava ja varastoitava työn ajaksi. Tulovesiputket on tukittava korjaustyön ajaksi. Poistetut osat puhdistetaan ja asennetaan korjaustyön jälkeen takaisin paikoilleen.

Ennen laatoituspinnan purkua suoritetaan koepurku 1 m²:n kokoiselta alueelta sekä seinästä että altaan pohjasta. Koepurulla saadaan selville vastaako rakenne vanhoja suunnitelmia.

Vanha laatoituspinta puretaan käsin piikkaamalla. Apuna käytetään paineilmakäyttöistä käsipetkelettä ja vesihiekka-painepesua sekä vesipesua. Vanha laatoitus voidaan tarvittaessa myös rikkoa käsin moskalla.

Asiakirjojen mukaan altaassa ei ole vesieristettä betonin päällä. Mahdollinen vanha vedeneristys poistetaan betonilaikalla, karhennustaltalla sekä teräsharjakoneella.

4.1.2 Laatoitusalustan puhdistus

Rakenteen ruiskubetonipinnat ja pohjalaatan pinta puhdistetaan tartuntaa heikentävistä materiaaleista vesipiikkauksella, jossa käytetään 70 MPa:n painetta. Vesipiikkaus pyritään suorittamaan kohtisuoraan alustaa kohti. Altaan reunoilla alustan puhdistus suoritetaan viistosti ja alaspäin suhteessa alustaan. Puhdistetun pinnan tulee olla puhdas ja pölytön.

Mahdolliset laatoitusalustan puhdistuksen aikana syntyneet halkeamat injektoidaan Mapoxy BI-IMP -epoksilla imeyttämällä. Alustan puhdistuksen jälkeen pidetään katselmus, jossa tarkistetaan, onko alustan puhdistustyö tehty riittävän hyvin.

4.1.3 Laatoitusalustan tasoitus ja karhennus

Vesihiekkapuhallettu altaan pohja tasoitetaan Fescon Korrobetoni K45:lla, jonka raekoko on 3 mm. Tasoitekerroksen paksuus on 15 mm. Altaan päätyseinät tasoitetaan käyttäen Pagel MS02 -tartuntalaastia ja Pagel MS20 -kuituvahvistettua tasoituslaastia. Betonipinnoissa ei saa olla tartuntaa heikentäviä aineita. Laastikorjausta edeltävänä päivänä korjattava betonipinta kastellaan huolellisesti.

Lämpimissä ja kuivissa olosuhteissa pinnan kostutuksen tärkeys korostuu. Korjaukseen ryhdyttäessä betonipinnan tulee olla mattakostea.

Altaan pohjalle ohjuren avulla levitetty Fescon Korrobetoni K45 teräshierretään. Ohjurisaumat täytetään myös Fescon Korrobetoni K45:llä ja teräshierretään. Altaan seinien paikattaviin kohtiin levitetään Pagel MS02 -tartuntalaastia sekä Pagel MS20 -kuituvahvistettua tasoituslaastia. Tartuntalaastin levitys tehdään tukevalla siveltimellä voimakkaasti harjaten siten, että kaikki kolot ja onkalot täyttyvät. Paikkaus- ja täyttökerros tehdään tartuntalaastin päälle paikkauslaastilla ns. märkää-märälle -menetelmällä. Tasoitus tehdään painamalla laastin kerros huolellisesti tartuntalaastiin kiinni.

Paikatut alueet jälkihoidetaan vesisumuttamalla. Liian aikaista tuoreen paikan kastelua on vältettävä. Tämä aiheuttaa erottumista, mikä heikentää laastin lujuutta. Kasteltu alue suojataan muovikalvolla, joka estää kosteuden liiallisen haihtumisen. Jälkihoidon on kestettävä vähintään kaksi vuorokautta. Tasausbetonikerroksen jälkihoidon jälkeen pintojen sementtiliimat poistetaan kevyellä vesipuhalluksella.

4.2 Laatoitustyö

Ennen laatoitustyön aloittamista on tarkistettava, että laatoitustuotteet ovat työselostuksen mukaiset. Lisäksi lämpötilan ja ilman suhteellisen kosteuden kuuluu olla laatoitustyöohjeiden mukaiset. Laatoitusalueen tulee olla laatoitustyöhön soveltuva. Havaitut puutteet ja epäkohdat korjataan ennen laatoitustyön aloittamista. [7.]

Laatat kiinnitetään tasoitekerroksen päälle kaksoiskiinnitysmenetelmällä Ardex WA -epoksiliimalla. Tällä saavutetaan kiinnitysaineen ja laatan hyvä tartunta. Kyseisen epoksiliiman työskentelyaika on n. 80 min ennen kovettumista 20 °C:ssa. Tämä rajoittaa kerrolla laatoitettavan alueen kokoa. Laastin levityksessä käytetään 6 mm:n laastikampaa.

Laatoitustyö aloitetaan mittalinjojen mukaisesti rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan. Ensimmäiseksi tehdään mallilaatoitus. Siitä voidaan tarkastella laatoitustyön jälkeä, saumakokoa ja laatoitustyön yleistä ilmettä. Jos laattoja leikataan, leikkauskohdan terävä reuna on hiottava pyöreäksi. Kuvassa 8 laatoitetaan altaan pohjaa Oumi Naturale -keraamisella laattalla.



Kuva 8. Altaan pohjan laatoitustyö. Pohjalaattana käytetään Oumi Naturale -keraamista laattaa.

Käytettäviä tuotteita ja laatoituksen työoloja seurataan koko laatoitustyön ajan laatoitus-työohjeiden toteuttamisen varmistamiseksi. Niiden tulee olla valmistajien ohjeiden mukaiset. [7.]

4.2.1 Sääsuoja ja lämmitys

Sääsuoja estää lumen, viistosateen ja kylmyyden pääsyn laatoitettavalle alueelle. Sääsuojan ja lämmityksen avulla laatoitustyö voidaan tehdä materiaalien vaatimissa lämpö-tila- ja kosteusolosuhteissa.

Sääsuoja rakennetaan lastenaltaan päälle ja se kattaa pinta-alaltaan noin 500 m²:n alueen. Sen runkona ovat teräskaaret ja sen katteena on kaksinkertainen PVC-peite. Sääsuojaissa käytettävät telinetyypit ovat Layher Keder Roof ja Layher Allround. Sääsuojan laskennallinen lumikuorma on 40 kg/m².

Lumen kertymistä, kuormitusta ja poistotarvetta seurataan sääolojen mukaisesti. Suojaa ei ankkuroida mekaanisesti betonirakenteisiin, vaan sen kulmissa on painot. Sen laskennallinen tuulikuorma on 100 km/h.

Sääsuojan lämmittiminä käytetään teholtaan 70 kW:n polttoöljykäyttöisiä lämpöpuhaltimia. Niissä on automaattinen ylikuumenemissuoja ja polttoaineensyötön katkaisu. Lämmityskatkoksien varalta lämmittimiä tarvitaan kaksi kappaletta. Lämpötilaa seurataan ulkoisella termostaatilla. Pakokaasut ohjataan hormin kautta ulos sääsuojasta. Läpivienti eristetään palamattomalla villalla. Lämmittimien läheisyydessä pidetään alkusammutuskalustona käsisammuttimia.

4.2.2 Saumaus

Laatat saumataan Ardex RG12 -epoksisaumausaineella. Saumojen leveys on 3 mm. Laattojen saumaus tehdään vasta, kun laattojen kiinnitykseen käytetty Ardex WA -epoksiliima on kovettunut riittävästi. Saumaustyö tulee tehdä aiheuttamatta laatoitukseen vaurioita tai värjäytymistä. Laatoitus tulee puhdistaa heti saumauksen jälkeen siihen soveltuvalla aineella ennen kuin saumausaine ehtii kovettua. Näin vältetään laatoituspinnan vaativat jälkipuhdistukset. Ardex RG12 -epoksisaumausaineen asennusaika on n. 30 min ennen kovettumista 20 °C:ssa.

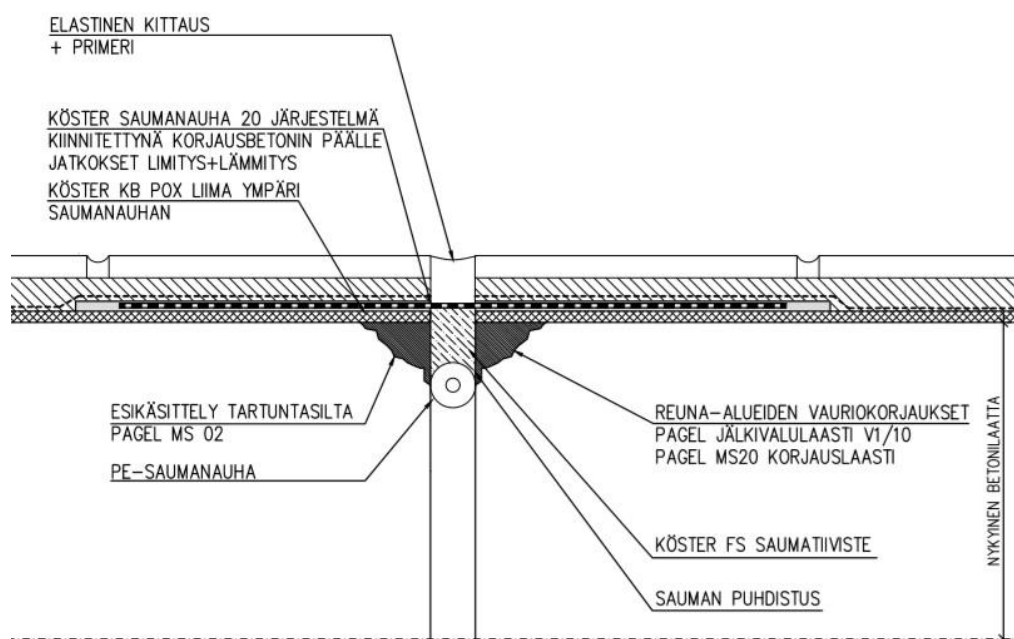
Laatoituksen liikuntasaumojen väli on 4 metriä ja ne on merkitty pohjapiirustukseen. Pohjan ja seinien rajakohtiin tulee myös liikuntasaumot, joiden saumakoko on 5 mm. Laatoituksen liikuntasaumaan asennetaan ennen epoksin levitystä umpisolumuovinauha. Epoksisaumauksen jälkeen vedetään epoksoitunut nauha pois ja asennetaan tilalle uusi. Saumanauhan viereisten laattojen reunat käsitellään Ardex SP 2 -pohjusteella ja sauma saumataan Ardex ST-silikonilla.

4.2.3 Liikuntasaumot

Vanhat liikuntasauarakenteet puretaan pohjalaattojen liittymäkohdissa ja tehdään uudet liikuntasauarakenteet rakennesuunnitelman mukaisesti. Liikuntasauaman leveys on oltava vähintään 20 mm.

Uutta liikuntasauaman rakennetta tehtäessä sauman pohjaan asennetaan saumanauha, jonka koko valitaan sauman leveyden mukaan. Saumanauha tiivistetään Köster FS -saumatiivisteellä, jonka jälkeen sauman sivut puhdistetaan huolellisesti. Muodostunut pinta pohjustetaan Köster FS-Primer 2 C -pohjusteella.

Pintasaumanauha kiinnitetään Köster Kb-Pox -epoksipohjaisella liimalla, jonka kerrospaksuuden pitää olla vähintään 2 mm. Kuvassa 9 on esitetty kohteen korjaustyöselostuksessa oleva liikuntasaumojen korjausdetalji.



Kuva 9. Liikuntasauaman korjausdetalji kohteen korjaustyöselosteesta

4.3 Laadunvarmistus

Ennen laatoitustyön alkamista betonirakenteista mitataan porareikämittauksella suhteellinen kosteus RT-kortin 14-10984 mukaan. Suhteellinen kosteus mitataan, jotta saadaan selville, soveltuuko betonirakenteen kosteus käytettäville tuotteille.

Kohteessa suoritetaan laadunvalvontaa seuraamalla työn aikaista lämpötilan ja ilman kosteutta, jotta työolosuhteet pysyisivät tuotteiden tuoteselosteiden mukaisissa asennuslämpötiloissa. Laatoitusmateriaalien laadunvarmistusta suoritetaan seuraamalla käytettävien tuotteiden tuoteselosteiden paikkansapitävyyttä.

Kohteessa käytettävien rakennustuotteiden on oltava rakennesuunnitelman mukaisia ja niissä on oltava CE-merkintä. Tuotteiden on täytettävä vaatimustasot, jotka määritellään kansallisissa säädöksissä. Laatoitustyön laatua seurataan jatkuvasti työn aikana. Valmista laatoitusta verrataan hyväksytyyn laatoitusmalliin.

Laatoitettavasta altaasta valitaan kuusi laadunvalvonta-aluetta, joissa suoritetaan kokeita jokaisesta rakennekerroksesta. Vanhoista seinien betonipohjista ja pohjalaatasta tarkastetaan betonin puristuslujuus kimmovasaralla. Sen käyttö ei riko betonin rakennetta. Lisäksi altaan seinistä ja lattiarakenteista suoritetaan betonin vetomurtolujuuden mittausta vetokokeilla.

Altaan pohjan ja seinien uusista tasoitekerroksista suoritetaan tartuntavetolujuuskokeita. Niiden avulla selvitetään, onko betonin ja tasoitekerroksen välinen tartunta riittävä. Jos vetokokeen tulokset alittavat vaaditun raja-arvon, tasoitekerrokset poistetaan betonialustaan asti.

Ardex WA -epoksiliimalla kiinnitetystä laatoista tehdään tartuntavetolujuuskokeita. Kokeilla selvitetään, onko kiinnitysaineen tartunta riittävä. Jos laatan tartuntavetolujuus alittaa vaatimukset, suoritetaan kaksi vetokoetta lisää koelaatta-alueelta suunnittelijan osoittamista paikoista. Jos kokeen tulokset alittavat vaaditun raja-arvon, kyseisen alueen laatoitus poistetaan. Laatat kiinnitetään uudestaan työohjeiden mukaisesti ja niistä otetaan uudet tartuntavetolujuuskokeet.

4.4 Koetulokset

Altaan seinän ja pohjan betonirakenteiden sekä uusien tasoitekerrosten tartunta määritetään in-situ -vetokokeilla. Mittauksessa sovelletaan betonin veto- ja tartuntalujuus standardeja SFS 5445 ja SFS 5446 sekä SILKO 2.2 1992 -ohjetta. Vetokokeissa käytetään Proseq dy-216 -vetolaitetta, joka on kuvassa 10. Vetokokeet suoritettiin 13.2.2020.

Betonirakenteen vetolujuuden on oltava vähintään $1,5 \text{ N/mm}^2$. Betonirakenteen tasoitekerroksen jälkeen tartuntavetolujuuden on oltava $1,5 \text{ N/mm}^2$.



Kuva 10. Proceq dy-216 -vetolaite

Taulukossa 11 on lueteltu vetokokeiden murtotavat. Taulukossa 12 on esitetty betonin vetomurtolujuuskokeiden tulokset määrätyltä laadunvalvonta-alueelta. Kokeet on tehty liitteen 2 mukaisesti, joka kuvaa kyseistä laadunvalvonta-alueetta.

Taulukossa 13 ja 14 on kerrottu tasoitteen tartuntavetolujuuskokeiden tulokset liitteessä 1 mainitulta laadunvalvonta-alueelta. Liite 1 kuvaa yhtä osaa altaan kuudesta laadunvalvonta-alueesta.

Taulukko 11. Murtotapa

Murtotapa	Selite
A	Alustabetonin sisäinen murto
B	Alustabetonin ja liimauksen välinen tartuntamurto
C	Alustabetonin ja pintalaastin välinen murto
D	Pintalaastin sisäinen murto

Taulukko 12. Betonin vetomurtolujuus määrättyä laadunvalvonta-alueelta (liite 2)

Nro.	Paikka	Halkaisija (mm)	N/mm2	Murtotapa
1	Porras	50	3,58	A
2	Pohja	50	2,56	A
3	Pohja	50	2,82	A
4	Pohja	50	4,54	A
5	Pohja	50	4,19	A
6	Seinä	50	3,79	A
7	Reuna	50	3,12	A
8	Reuna	50	3,17	A

Taulukko 13. Tasoitteen tartuntavetolujuus määrättyä laadunvalvonta-alueelta (liite 1)

Nro.	Paikka	Halkaisija (mm)	N/mm2	Murtotapa
1	Pohja	50	1,49	A
2	Pohja	50	0,62	A
3	Pohja	50	0,86	C
4	Seinä	50	1,16	A

Tasoitteen tartuntavetolujuuskokeet epäonnistuivat alhaisen tartunnan takia. Tasoitetyön epäonnistuminen havaittiin tartuntavetolujuuskokeiden jälkeen koko pohjan alueelta myös silmämääräisesti tarkastelemalla. Lisävetokokeita ei suoritettu, vaan tasoite päätettiin poistaa kauttaaltaan koko pohjan alueelta. Pohja puhdistettiin ja karhennettiin uudestaan.

Määrättyä laadunvalvonta-alueelta otettiin uudet tartuntavetolujuuskokeet uusitun tasoitetyön jälkeen. Uudet koetulokset ylittivät tartuntavetolujuuden vaaditun raja-arvon.

Taulukko 14. Uusitun tasoitteen tartuntavetolujuus määrättyä laadunvalvonta-alueelta (liite 1)

Nro.	Paikka	Halkaisija (mm)	N/mm2	Murtotapa
1	Pohja	50	2,07	C
2	Pohja	50	4,86	C
3	Seinä	50	2,47	D

Kiinnitysaineen tartuntavetolujuuskokeita ei ole voitu suorittaa, koska seinälaattoja ei ole vielä toimitettu työmaalle. Ensimmäiset pohjalaatoituksen vetokokeet voidaan tehdä aikaisintaan viikolla 19.

4.5 Valvonta

Urakoitsijan on varmistettava, että kaikki laatoitustyötä tekevät henkilöt ovat suorittaneet kyseiseen työhön ja siinä käytettäviin aineisiin liittyvän sertifioidun työsuorituksen. Työkohteessa urakoitsijalla on työnlaadun oma valvonta. Urakoitsijan on tarkastettava kaikki piiloon jäävät rakenteet ja kirjattava tulokset itselleluovutusprotokollaan. Siihen dokumentoidaan mahdolliset virheet ja niiden korjauspäivämäärät allekirjoituksineen. Itselleluovutusprotokolla luovutetaan rakennuttajalle vastaanottotarkastuksessa.

Rakennuttajalla on työmaalla valvoja, jonka tehtävänä on seurata rakennustyön edistymistä ja listata työkohteessa havaitut tapahtumat. Työkohteen valvontaan kuuluu myös työn laadunvarmistuksen dokumenttien seuranta. Siihen sisältyy olosuhteiden, vetokokeiden, käytettävien tuotteiden ja laatoitustyön laadun seuranta. Valvoja valvoo, että havaitut mahdolliset virheet korjataan ja kirjataan korjatuiksi.

Työmaalla pidetään kolmen viikon välein työmaakokouksia. Niissä käydään läpi työkohteen aikataulua, työmaatilannetta sekä työvaiheita. Suunnittelijat vierailevat työmaalla tarvittaessa, esimerkiksi tekemässä vetokokeita.

4.6 Työn hyväksyttäminen

Hyväksytty laatoitus on asiakirjoissa asetettujen vaatimusten ja mallilaatoitustyön mukainen. Kun työ on vastaanotettu, uima-altaan pintarakenteiden on oltava valmiit ja vesitiiviit. Laatoituksen pitää olla ulkonäöltään tasalaatuinen ja yhdenmukainen.

Laatoitustyön loppukatselmuksessa laatoituspinnassa ei saa olla näkyviä virheitä. Uima-altaasta puretut RST-kaiteet, tulovesisäleiköt sekä muut laatoitustyön tieltä puretut rakenteet on asennettu takaisin kunnostettuina.

Uima-allas voidaan täyttää vedellä, kun asennettujen tuotteiden riittävä sitoutumisaika on valmistajan ohjeiden mukaan saavutettu ja allas on puhdistettu [7].

Katselmusten tulokset, mittauspöytäkirjat, tiedot käytetyistä materiaaleista, materiaalien hoito-ohjeet ja muu kirjallinen aineisto kootaan työmaalla ylläpidettäviin luovutuskansioihin. Nämä luovutetaan tilaajalle ja käyttäjälle vastaanottotarkastuksessa. [7.]

5 Työn seuranta

Kohteen laatoitustyöt ovat kesken laattojen toimituksessa esiintyneiden viiveiden vuoksi. Kohteen uuden laatoituksen tekemisen jälkeiset työvaiheet ja luovutus rakennuttajalle viivästyvät merkittävästi tämän takia.

Työkohteen laatat toimitetaan kahdessa erässä, joista ensimmäinen laattaerä on saapunut. Toinen laattaerä, joka sisältää altaan seinälaattoja ja erikoislaattoja on vielä toimitamatta, tämän työn kirjoitushetkellä. Kohteen portaisiin ja kahluualtaaseen käytettävää Pukkilan Natura Neliö -laattatyyppeä oli varastoituna aiemmista Helsingin uimastadionin altaiden peruskorjauksista ja sitä jouduttiin tilaamaan lisää. Kohteessa on tällä hetkellä laatoitettu n. 60 %:a pohjasta ja kahluualtaan laatoitustyöt ovat alkaneet.

5.1 Havaitut ongelmat

Laattojen tilaus aiheutti ongelmia työkohteeseen. Uima-altaassa käytettävät laatat valmistetaan Pohjois-Italiassa. Maaliskuussa Pohjois-Italiassa levisi koronaviruspandemia, joka viivästytti laattojen valmistusta ja toimitusta. Koronaviruksesta aiheutuen Italiassa järjestettiin lakkoja työntekijöiden työturvallisuuden ja maassa tehtyjen yritysten sulke-
mista koskevien päätöksiensä takia. Lakot ja koronaviruksesta johtuva Euroopan sisärajojen sulkeminen viivästyttivät laattojen toimitusta entisestään.

Uima-altaan tasoitetyö epäonnistui aluksi. Tartuntavetolujuuskokeissa kävi ilmi, että tasoitteen ja betonialustan välinen tartunta ei ollut riittävä. Kokeessa vaadittua tartuntavetolujuuden arvoa 1,50 N/mm² ei saavutettu seinistä ja pohjasta tehdyistä kokeista.

Tämän seurauksena altaasta jouduttiin purkamaan kaikki siihen asti tehdyt tasoitustyöt, puhdistamaan alusta uudelleen sekä tekemään alustaan lisäkarhennus, jotta saavutettiin parempi tartunta tasoitteen ja betonialustan välille.

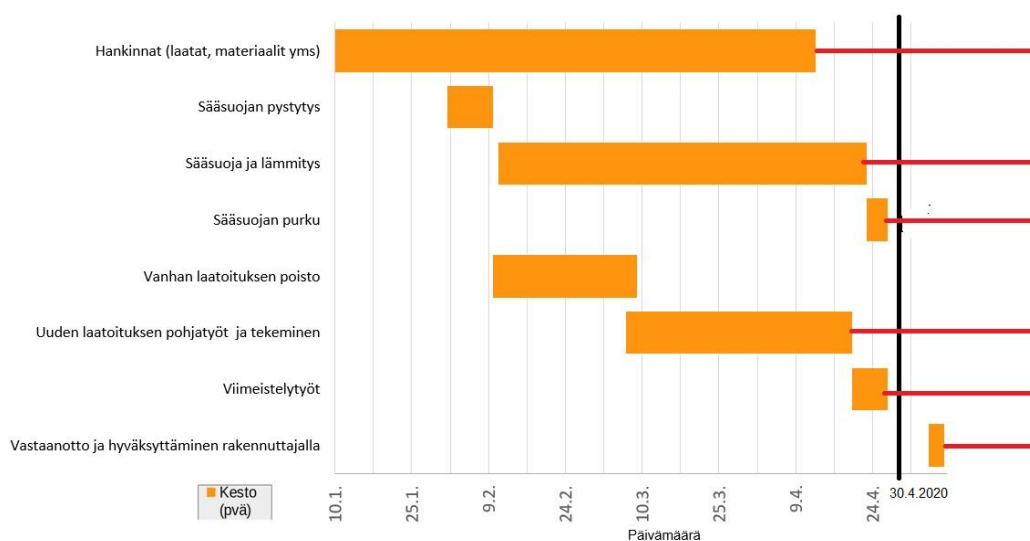
Laattojen toimitusviive aiheuttaa suoraa aikatauluviivettä työmaan luovutukseen ja valmistumiseen. Helsingin uimastadion on koronaviruspandemian takia suljettuna, joten työmaan myöhästyminen ei aiheuta tällä hetkellä häiriötä uimastadionin käyttäjille. Aikatauluviive tuottaa kuitenkin urakoitsijalle lisäkustannuksia. Näitä muodostuu pidentyneestä sääsuojan ja työmaaparakkien vuokrakuluista sekä lämmitys- että työvoimakustannuksista.

Työmaan myöhästyminen voi aiheuttaa välillisiä kustannuksia urakoitsijalle. Rakennuttaja ja urakoitsija käyvät läpi kustannusselvitykset taloudellisessa loppukatselmuksessa. Kaikki kustannusvaatimukset käsitellään vastaanottotarkastustilaisuudessa.

5.2 Aikataulun hallinta

Aikataulun tilannekatsauksen, 30.4.2020, mukaan työmaan hankinnat on suoritettu, mutta laattojen toimitus on viivästynyt. Sääsuoja pystytettiin aikataulun mukaisesti. Sääsuojaa ei voi purkaa eikä lämmitystä voi keskeyttää, sillä laatoitustyö on kesken. Vanha laatoitus poistettiin aikataulussa. Uuden laatoituksen pohjatyöt ja laatoitus on aloitettu aikataulun mukaisesti. Uuden laatoituksen tekoa ei voida toteuttaa loppuun asti, sillä osa laatoista on toimittamatta. Viimeistelytyöt ovat viivästyneet ja ne aloitetaan, kun uusi laatoitus on valmistunut. Työmaan vastaanotto ja hyväksyttäminen voidaan suorittaa, kun uusi laatoitus ja viimeistelytyöt on tehty. Taulukossa 15 on tarkasteltu työvaiheiden aikataulupoikkeamia 30.4.2020 tehdyn tilannekatsauksen mukaan.

Taulukko 15. Aikatauluseuranta 30.4.2020, musta pystyviiva. Aikataulupoikkeamat merkitty punaisella viivalla.



5.3 Kehitystoimenpiteet

Laattojen hankinnassa ilmentyneiden ongelmien takia käytettävien rakennusmateriaalien hankintojen selvitys olisi aloitettava vieläkin aikaisemmin. Toimittajalta pitäisi tehdä vielä tarkempaa selvitystä materiaalien valmistusvaiheista ja toimitusaikatauluista. Tämä korostuu erityisesti, jos tilattavat tuotteet tulevat ulkomailta.

Kohteissa, joissa on tiukka aikataulu, tulisi ottaa huomioon tuotteiden toimitusketju. Ulkomailta saapuvien pitkän toimitusketjun tuotteisiin liittyy aina enemmän epävarmuustekijöitä kuin lähialueiden lyhyen toimitusketjun tuotteisiin. Tässä työkohteessa rakennuttaja oli rajannut käytettävät laatoitusmateriaalit tarkasti eikä niiden korvaaminen siksi onnistunut. Käytetyt laatoitusmateriaalit oli valittu Helsingin uimastadionin altaiden edellisten onnistuneiden peruskorjausten mukaisesti.

Työkohteessa altaan pohjan ja seinien tasoitustyön olisi onnistuttava ensimmäisellä kerralla. Tehdyn tasoitetyön purkaminen tuo aikatauluviivettä kohteeseen. Työkohteen tiukka aikataulu ei lähtökohtaisesti kestä yhtään sellaista työvirhettä, jonka vuoksi työvaihe jouduttaisiin aloittamaan alusta. Altaan tasoitetyöstä olisi pitänyt tehdä ensiksi malli, josta olisi tehty tartuntavetokoe ennen laajempaa tasoitetyön aloitusta. Tällöin purkutyo ei olisi ollut niin laaja.

6 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli tuottaa yritykselle raportti Helsingin uimastadionin lastenaltaan laatoitustyöstä. Siinä perehdyttiin työkohteen suunnitelmiin, seurattiin laatoitustyön vaiheita sekä työkohteen aikataulua ja sen pitävyyttä. Tämän lisäksi pohdittiin prosessin kehityskohteita. Työssä tutustuttiin myös ulkotilan uima-altaissa käytettäviin materiaaleihin ja niiden vauriotyyppeihin. Sen perusteella käytiin läpi vaihtoehtoja, miten materiaallivalinnalla voidaan vaikuttaa eri vauriotyyppien ehkäisyyn.

Insinööriyössä tarkasteltiin laatoituksen työvaiheiden suunnitelmia ja lopputulosta. Työssä ei keskitytty yksityiskohtaisesti yksittäisen työvaiheen kehittämiseen, vaan työvaiheita seurattiin enemmänkin osana kokonaisuutta. Siitä rajattiin pois tuotteiden käyttöön ja työvaiheiden suoritukseen liittyvä yksityiskohtainen ohjeistus ja päivittäinen seurantaraportointi.

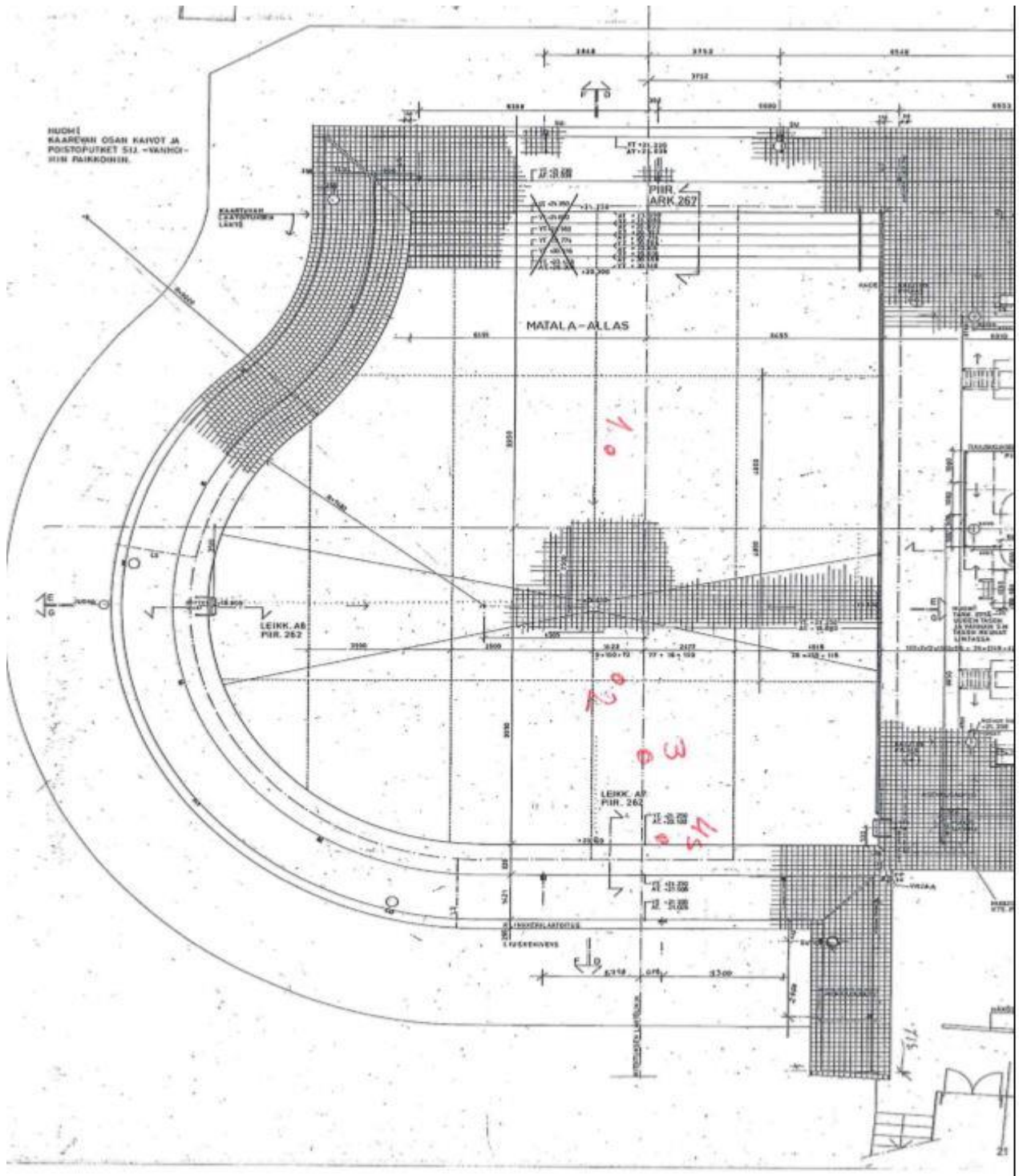
Työkohteen raportti tarjoaa yritykselle läpileikkauksen laatoitustyön eri vaiheista. Seurannan tuloksena syntynyt kehitystoimenpiteiden pohdinta voi tarjota yritykselle näkökulmia jatkokehittää prosessiaan.

Lähteet

1. VRJ Group Oy. Verkkoaineisto. <<https://www.vrj.fi/>>. Luettu 11.4.2020.
2. Betonin lujuus. Verkkoaineisto. Finnsementti Oy. <<https://finnsementti.fi/palvelut/tieto-betonista/betonin-lujuus/>>. Luettu 29.4.2020.
3. Keraamisten laattojen asennus uima-altaassa. Verkkoaineisto. ABL Finland Oy. <<https://www.abl.fi/storage/36/media/2015/12/laticrete-uima-allasohje.pdf>>. Luettu 15.4.2020.
4. Anttila, Vesa. 2015. Betonin valinta. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090403.pdf>>. Luettu 29.4.2020.
5. Uimahallien suunnittelu. 2019. RT 103059. Rakennustieto Oy.
6. Komonen, Juha. 2010. Betonirakenteiden kutistuminen ja halkeamien ehkäisy. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100402.pdf>>. Luettu 27.4.2020.
7. SisäRYL 2013 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. 2013. RT 14-11103. Rakennustieto Oy.
8. SFS-EN 12004. Laattojen kiinnitysaineet. Vaatimukset, vaatimustenmukaisuuden arviointi, luokittelu ja merkintä. 2012. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
9. Laattojen saumauksessa huomioitavia asioita. Verkkoaineisto. Pukkila Oy Ab. <<https://www.pukkila.com/fi/ohjeet/tyoohjeet/laattojen-saumauksessa-huomioitavia-asioita/>>. Luettu 12.4.2020.
10. SFS-EN 13888. Grout for tiles. Requirements, evaluation of conformity, classification, and designation. 2009. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
11. Keraamiset laatat, laatoitukset. 2011. RT 34-10763. Rakennustieto Oy.
12. SFS-EN 14411. Ceramic tiles. Definition, classification, characteristics, assessment, and verification of constancy of performance and marking. 2016. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
13. Keraamiset laatat. 2010. RT 34-10997. Rakennustieto Oy.
14. Keraamisten laattojen puhdistus ja hoito. Verkkoaineisto. Pukkila Oy Ab. <<https://www.pukkila.com/fi/ohjeet/puhdistus-ja-hoito/keraamiset-laatat/>>. Luettu 13.4.2020.

15. Köllö, Arto. 2019. Betonirakenteiden kosteus. PowerPoint-diasarja. Suomen betoni-yhdistys ry. <http://www.betoniyhdistys.fi/media/kurssimateriaalia/bkr-2019/luento2.kolio_betonirakenteiden_kosteus_2019-03-19.pdf>. Luettu 28.4.2020
16. Rapauttava alkalikiviainesreaktio betonirakenteissa ja Xypex tuoteteknologia. Verkkoaineisto. Insinööritoimisto Sulin Oy. <<https://www.sulinoy.fi/files/Xypex%20-%20Rapauttava%20alkalikiviainesreaktio%20betonirakenteissa%20ja%20Xypex%20tuoteteknologia.pdf>>. Luettu 17.4.2020.
17. Tutkimus Suomen siltojen alkalikiviainesreaktioherkyydestä. 2018. Verkkoaineisto. Väylävirasto. <<https://vayla.fi/palveluntuottajat/sillat/ohjeet/alkalikiviainesreaktion-tutkimus>>. Päivitetty 28.11.2018. Luettu 17.4.2020.
18. Lahdensivu, Jukka. 2010. Betonijulkisivujen vaurioituminen. Verkkoaineisto. Julkisivuyhdistys r.y. <<https://julkisivuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2020/01/Beko2.pdf>>. Luettu 16.4.2020.
19. Suonketo, Jommi. 2020. Todellisia ja luultuja ongelmia. Verkkoaineisto. Betoniteollisuus ry. <<https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/ominaisuudet-ja-edut/ongelmia-ja-luuloja/>>. Luettu 27.4.2020.
20. Uima-altaan vedeneristäminen ja laatoittaminen Mapei-tuotteilla. Verkkoaineisto. Laattapiste Oy. <https://www.laattapiste.fi/globalassets/inriver/resources/mapei_ratkaisuesite_uima-altaan-pintarakennejarjestelma.pdf>. Luettu 10.4.2020.
21. Maisema-arkkitehdit Byman & Ruokonen Oy. 2011. Uimastadionin ulkoalueiden yleissuunnitelma. Liikuntaviraston julkaisusarja B/43. Helsingin kaupunki.
22. Kuva: Helsingin kaupunki. Uimastadion aukeaa. 2018. <<https://www.hel.fi/uutiset/fi/kulttuurin-ja-vapaa-ajan-toimiala/uimastadion-aukeaa-viimein>>. Luettu 18.4.2020.
23. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt. 2009. Verkkoaineisto. Museovirasto. <http://www.rky.fi/read/asp/r_kohde_det.aspx?KOHDE_ID=1575>. Luettu 18.4.2020.
24. Uimastadion. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://www.my-helsinki.fi/fi/n%C3%A4e-ja-koe/aktiviteetit/uimastadion>>. Luettu 18.4.2020.
25. Liukastumisenestoluokitukset. Verkkoaineisto. Pukkila Oy Ab. <<https://www.pukkila.com/fi/ohjeet/tuotetiedot/liukastumisenestoluokitukset/>>. Luettu 23.4.2020

Lastenaltaan laadunvalvonta-alue



Technical drawing of a building's exterior wall and foundation. The drawing shows a curved wall section with various dimensions and annotations. Red lines and arrows indicate specific measurement points and distances. Annotations in Finnish describe the measurement points: "Piste 1m alimman portaan etureunasta" (Point 1m from the front edge of the lowest door), "Piste 1m kaivon keskeltä" (Point 1m from the center of the well), "Piste 1m seinästä" (Point 1m from the wall), and "Seinän mittauspiste 7,9m altaan seinästä ja pohjasta 15cm" (Wall measurement point 7.9m from the wall and 15cm from the bottom). Dimensions like 7,9m, 15,7m, 7,6m, and 3,5m are shown. The drawing also includes a north arrow and a scale bar.